ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 29 JUIN 1903,

PRÉSIDENCE DE M. ALBERT GAUDRY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ÉLECTROCHIMIE. — *Recherches sur les piles à un liquide et à deux liquides. Vérifications.* Note de M. BERTHELOT.

« Les éléments de piles électriques peuvent être constitués par la réaction d'un ou plusieurs liquides, exercée entre eux et sur les deux électrodes de métaux identiques, ou différents, qui constituent les pôles de ces éléments. Entre les forces électromotrices des divers éléments renfermant des liquides ou des électrodes, soit divers, soit identiques, il existe certaines relations générales, prévues d'après les lois connues de l'électricité; ou bien encore d'après certaines hypothèses plus ou moins certaines, relations vérifiables par l'expérimentation. Réciproquement, cette dernière peut servir à contrôler l'exactitude des mesures de potentiel et de force électromotrice, exécutées avec de semblables éléments de pile. Les observations contenues dans la présente Note peuvent être interprétées à ce double point de vue. Elles ont porté sur des éléments de pile à un liquide et à deux liquides, avec électrodes métalliques tantôt identiques aux deux pôles, tantôt dissemblables.

» Il s'agit d'ailleurs de mesures exécutées dès que l'équilibre, attribuable à l'imbibition, et plus généralement à un régime initial régulier, a été établi; avant qu'aucune perturbation notable, attribuable soit à la polarisation, soit à l'altération des métaux, soit au mélange progressif des liquides au travers de la paroi des vases poreux, ait eu le temps de se manifester.

I.

» Soit d'abord un élément de pile renfermant un liquide unique, c'est-à-dire un électrolyte dissous dans l'eau, tel que l'acide sulfurique,

l'acide borique, la soude; les chlorures de sodium, de potassium, de zinc; les sulfates de potassium, de sodium, de zinc, de cuivre; ou bien encore un liquide unique renfermant un mélange unique de deux électrolytes, tels que sulfate de zinc et chlorure de potassium ou de sodium, chlorure de sodium et sulfate de potasse ou de zinc, etc.

» Étant donné un élément de pile de ce genre, renfermant le liquide A, et terminé par deux électrodes de métaux différents, M et M'; si l'on joint les deux électrodes par un fil métallique ([1]), il y aura, en général, un courant, déterminé par une certaine force électromotrice, qui répondra à la somme des potentiels existant aux trois contacts suivants :

$$\overline{AM} - \overline{AM'} + \overline{MM'}.$$

» Si les deux électrodes sont constituées par un même métal, MM' est nul, ainsi que la somme MA + AM'; à moins que le métal des deux électrodes ne présente pas le même état moléculaire, ou soit inégalement polarisé.

» Envisageons maintenant trois métaux différents, M, M', M'', tels que zinc, cuivre, platine; nous pouvons former trois éléments de pile distincts, avec un même liquide, en prenant pour les deux électrodes les groupements suivants :

$$MAM', \quad MAM'', \quad M'AM''.$$

» Or, il existe une relation fort simple entre les forces électromotrices de ces trois couples, l'un quelconque pouvant être calculé au moyen des deux autres; car la force de l'élément MAM'' est égale à la somme de celles des éléments MAM' et M'AM'', comme le montre l'équation suivante, où chaque circuit est supposé fermé :

$$\begin{aligned} &\left[\overline{MA} + \overline{AM'} + \overline{MM'}\right] && \text{(premier élément)},\\ +&\left[\overline{M'A} + \overline{AM''} + \overline{M'M''}\right] && \text{(deuxième élément)},\\ =&\left[\overline{MA} + \overline{AM''} + \overline{MM'''}\right] && \text{(troisième élément)}. \end{aligned}$$

» Cette équation peut être d'ailleurs décomposée en deux : l'une, relative aux contacts entre métaux, $\Sigma\overline{MM'}$, est conforme à la loi de Volta; l'autre concernant les contacts entre métal et liquides, $\Sigma\overline{MA}$; chacune de

---

([1]) On sait que, d'après les lois connues, la différence électrique $\overline{MM'}$, dans une chaîne renfermant plus de deux métaux, ne dépend que des métaux extrêmes.

ces deux sommes séparément ayant une valeur déterminée dans toute comparaison de ce genre.

» Cette relation offre une grande importance expérimentale; car elle permet de vérifier l'exactitude des mesures des forces électromotrices et d'en constater le degré de précision, ainsi que les écarts susceptibles de résulter de la polarisation plus ou moins rapide des électrodes. On possède ainsi un contrôle aussi certain que celui résultant de l'emploi des électrodes impolarisables.

» Voici mes observations :

	SO^4H^2.	BO^3H^3.	KCl.	NaCl.	$ZnCl^2$ (10l).	$ZnCl^2$ (20l).
ZnCu.	1,06 (Cu +)	1,04 (Cu +)	0,88 (Cu +)	0,87 (Cu +)	0,96 (Cu +)	0,90
CuPt..	0,57 (Pt +)	0,37 (Pt +)	0,24 (Pt +)	0,46 (Pt +)	0,41 (Pt +)	0,36
ZnPt..	1,61 (Pt +)	1,41 (Pt +)	1,14 (Pt +)	1,37 (Pt +)	1,38 (Pt +)	1,23

	SO^4Na^2.	SO^4K^2 (10l).	SO^4K^2 (20l).	SO^4Zn.
ZnCu...	1,03 (Cu +)	1,00 (Cu +)	1,03 (Cu +)	1,03 (Cu +)
CuPt...	0,18 (Pt +)	0,32 (Pt +)	0,28 (Pt +)	0,43 (Pt +)
ZnPt...	1,20 (Pt +)	1,34 (Pt +)	1,35 (Pt +)	1,44 (Pt +)

» Les seuls cas où l'on ait observé des écarts notables sont : le sulfate de cuivre, qui est précipité aussitôt par le zinc, ce qui polarise le métal; et la soude, qui attaque le zinc à la façon, mais en sens électrochimiquement inverse, de l'acide sulfurique.

» On remarquera que les chiffres relatifs aux sels de potassium et de sodium à même ion négatif sont très voisins; et que la dilution de 10l à 20l change peu les chiffres relatifs au chlorure de zinc, d'une part, au sulfate de potasse de l'autre.

» Voici maintenant des observations sur des piles à un seul liquide, renfermant un mélange de deux sels :

	$2KCl + SO^4Na^2$.	$2NaCl + SO^4K^2$.	$2NaCl + SO^4Zn$.	
			20l.	40l.
ZnCu.....	0,90 (Cu +)	0,90 (Cu +)	0,98 (Cu +)	0,97
CuPt.....	0,32 (Pt +)	0,35 (Pt +)	0,43 (Pt +)	0,36
ZnPt.....	1,20 (Pt +)	1,23 (Pt +)	1,37 (Pt +)	1,33

» Observons que les mélanges ont des forces voisines de la moyenne de celles des composants.

» L'ensemble de ces chiffres peut être considéré comme une démons-

tration de la correction des résultats consignés dans mes Notes précédentes, ainsi que de la méthode employée dans les observations.

» Toutes ces mesures ont été obtenues en présence de l'air.

» Les valeurs mêmes des forces électromotrices sont en relation avec la réaction chimique, réelle ou virtuelle, qui tend à les déterminer. En effet, avec les électrodes zinc-cuivre, les forces obtenues pour l'acide sulfurique et pour les sulfates sont voisines de celles de l'élément Daniell : $1^{volt},11$; lequel répond sensiblement, comme on sait, à la substitution du zinc au cuivre, ces corps étant supposés combinés sous forme de sulfates. En présence de la soude, l'élément à électrodes zinc-cuivre a fourni également une force de $1^{volt},16$.

» Lorsque l'on emploie les chlorures au lieu des sulfates, les forces sont un peu plus faibles, comme il convient d'ailleurs; la chaleur de neutralisation de l'acide chlorhydrique par un même oxyde étant un peu moindre que celle de l'acide sulfurique.

» Au contraire, avec les électrodes zinc-platine, et les mêmes liquides, les forces électromotrices sont supérieures aux précédentes; ce qui s'explique en raison de la moindre chaleur d'oxydation du platine (18^{Cal} par atome d'oxygène environ, c'est-à-dire 9^{Cal} par équivalent) et de la moindre chaleur de neutralisation de l'oxyde, base très faible.

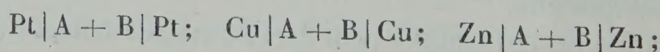
» Pour pouvoir préciser davantage, il faudrait mieux connaître la nature des composés platiniques, tels que chlorures doubles et autres sels qui tendent à se former, et tenir compte des inégalités d'entropie.

» Quoi qu'il en soit, les remarques théoriques précédentes correspondent bien à l'ordre relatif de grandeur des forces électromotrices.

» Si j'insiste sur ces relations, c'est que les forces électromotrices observées avec les piles à un liquide sont en rapport étroit avec les forces électromotrices des piles à deux, ou à un plus grand nombre de liquides.

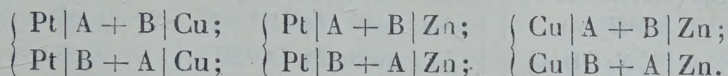
II.

» Venons aux éléments de pile à deux liquides : A + B. Si nous faisons varier la nature des électrodes, nous devons envisager ici neuf systèmes distincts, savoir : trois où les deux électrodes sont identiques, ce qui n'était pas possible avec les piles à un liquide. Soit dans le cas présent Zn — Zn, Cu — Cu, Pt — Pt, et, dans certaines piles, Hg — Hg; c'est-à-dire



$$\text{Pt}\,|\,\text{A}+\text{B}\,|\,\text{Pt}; \quad \text{Cu}\,|\,\text{A}+\text{B}\,|\,\text{Cu}; \quad \text{Zn}\,|\,\text{A}+\text{B}\,|\,\text{Zn};$$

et six systèmes à électrodes différents, en rapport, soit avec A, soit avec B, ce qui fournit trois groupes réciproques :



$$\begin{cases} Pt|A+B|Cu; \\ Pt|B+A|Cu; \end{cases} \quad \begin{cases} Pt|A+B|Zn; \\ Pt|B+A|Zn; \end{cases} \quad \begin{cases} Cu|A+B|Zn; \\ Cu|B+A|Zn. \end{cases}$$

» Dans chacun des éléments de pile dont il s'agit, envisagés séparément et à circuit fermé, avec production d'un courant continu que l'observation constate, il existe une différence électrique entre métaux : $\overline{MM'}$ (différence nulle pour $M = M'$), deux différences électriques entre métal et liquide : $\overline{MA} + \overline{BM'}$, et une différence électrique entre les deux liquides $\overline{AB}$, la force électromotrice est la somme de ces quatre différences.

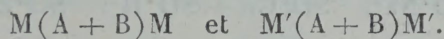
» Or, nous rencontrons ici tout d'abord une relation générale entre la force électromotrice des éléments de pile ayant deux électrodes métalliques identiques et celle des éléments ayant deux électrodes différentes. Cette relation est la suivante :

» La somme algébrique des forces électromotrices des deux éléments réciproques à pôles métalliques différents (forces généralement de signe contraire)



$$M|A+B|M' \quad \text{et} \quad M'|A+B|M$$

est égale à la somme des forces des deux éléments à pôles identiques, constitués par les deux mêmes métaux



$$M(A+B)M \quad \text{et} \quad M'(A+B)M'.$$

De là résultent trois équations entre les forces électromotrices des neuf systèmes énumérés plus haut.

» Je vais d'abord établir que cette relation est vérifiée par l'expérience; puis je montrerai qu'elle pourrait être déduite de relations admises par la plupart des physiciens entre les forces électromotrices composantes, lesquelles répondent à trois ordres de contact distincts : contact entre métaux, contact entre métaux et liquides, contact entre liquides, contacts divers qui concourent ici. Elle le pourrait, dis-je, si l'addition pure et simple de ces relations n'était pas susceptible d'être révoquée en doute en ce qui touche les contacts de liquides.

» Les mesures que j'ai prises sont trop nombreuses pour être toutes reproduites ici : je me bornerai à citer quelques exemples, bien entendu, en écartant certains cas où il se produit des gaz, des métaux, ou des oxydes précipités.

» Système de deux liquides : $SO^4H^2 + NaOH$.

ZnCu : 0,95 (Cu.NaOH+)	CuZn : 1,34 (Cu.SO^4H^2+)...	1,34 − 0,95 = 0,39
ZnZn : 0,23 (SO^4H^2+)	CuCu : 0,15 (SO^4H^2+)......	0,23 + 0,15 = 0,38
ZnPt : 1,15 (Pt.NaOH+)	PtZn : 2,08 (Pt.SO^4H^2+)....	2,08 − 1,15 = 0,93
ZnZn : 0,23 (SO^4H^2+)	PtPt : 0,62 (SO^4H^2+)......	0,62 + 0,23 = 0,85
CuPt : 0,0	PtCu : 0,73 (SO^4H^2+)......	0,73 − 0,0 = 0,73
CuCu : 0,15 (SO^4H^2+)	PtPt : 0,62 (SO^4H^2+)......	0,62 + 0,15 = 0,75

» On voit que, d'après les expériences, la connaissance des trois valeurs ZnZn, CuCu, PtPt suffit pour calculer les trois différences des six autres forces électromotrices, prises deux à deux. Plus généralement, la connaissance de six données détermine les trois autres.

» Système de deux liquides : $SO^4Zn + SO^4Na^2$.

ZnCu : 1,00 (SO^4Na^2+)	CuZn : 1,06 (SO^4Zn+)..	1,06 − 1,00 = 0,06
ZnZn : 0,005 (SO^4Zn+) (puis inversion 0,005 SO^4Na^2+)	CuCu : 0,03 (SO^4Zn+)..	0,03
ZnPt : 1,39 (SO^4Na^2+)	PtZn : 1,55 (SO^4Zn+)..	1,55 − 1,39 = 0,16
ZnZn : 0,0	PtPt : 0,16 (SO^4Zn+)..	 0,16
CuPt : 0,38 (SO^4Na^2+)	PtCu : 0,52 (SO^4Zn+)..	0,52 − 0,38 = 0,14
CnCu : 0,03 (SO^4Zn+)	PtPt : 0,15 (SO^4Zn+)..	0,15 + 0,03 = 0,18

» Mêmes observations exécutées sur les systèmes de type analogue :


$SO^4Cu + SO^4Na^2$, $SO^4Cu + SO^4H^2$, $SO^4Zn + SO^4H^2$.

Soit encore des systèmes de types différents :

» Système : $BO^3H^3 + NaOH$.

ZnCu : 0,83 (NaOH+)	CuZn : 1,46 (B+)........	1,46 − 0,83 = 0,63
ZnZn : 0,37 (B+)	CuCu : 0,28 (B+)........	0,37 + 0,28 = 0,65
ZnPt : 0,98 (NaOH+)	PtZn : 1,79 (B+)........	1,79 − 0,98 = 0,81
ZnZn : 0,37 (B+)	PtPt : 0,43 (B+)........	0,43 + 0,37 = 0,80
CuPt : 0,12 (B+)	PtCu : 0,62 (B+)........	0,62 + 0,12 = 0,74
CuCu : 0,28 (B+)	PtPt : 0,43 (B+)........	0,28 + 0,43 = 0,71

» Système : $SO^4H^2 + BO^3H^3$.

ZnCu : 1,21 (B+)	CuZn : 0,94 (SO^4H^2+).......	1,21 − 0,94 = 0,27
ZnZn : 0,10 (B+)	CuCu : 0,11 (B+)...........	0,10 + 0,11 = 0,21
ZnPt : 1,58 (B+)	PtZn : 1,58 (SO^4H^2+).......	1,58 − 1,58 = 0,0
ZnZn : 0,10 (B+)	PtPt : 0,10 (SO^4H^2+).......	0,10 − 0,10 = 0,0
CuPt : 0,55 (B+)	PtCu : 0,54 (SO^4H^2+).......	0,55 − 0,54 = 0,01
CuCu : 0,11 (B+)	PtPt : 0,10 (SO^4H^2+).......	0,11 − 0,10 = 0,01

» Système : $2\,AmCl + B^2O^7Na^2$ (Am +).

ZnCu : 1,00 (B +)	CuZn : 0,75 (Am +)..........	1,00 — 0,74 = 0,26
ZnZn : 0,31 (B +)	CuCu : 0,02 (Am +)..........	0,31 — 0,02 = 0,29
ZnPt : 1,23 (B +)	PtZn : 1,13 (Am +)..........	1,23 — 1,13 = 0,10
ZnZn : 0,31 (B +)	PtPt : 0,22 (Am +)..........	0,31 — 0,22 = 0,09
CuPt : 0,26 (B +)	PtCu : 0,43 (Am +)..........	0,43 — 0,26 = 0,17
CuCu : 0,02 (B +)	PtPt : 0,22 (Am +)	0,22 — 0,02 = 0,20

» Système : $2\,NaCl + B^2O^7Am^2$, réciproque au système précédent.

ZnCu : 0,67 (Am +)	CuZn : 1,12 (Na +)	1,12 — 0,67 = 0,45
ZnZn : 0,18 (Na +)	CuCu : 0,11 (Na +)	0,21 + 0,18 = 0,39
ZnPt : 1,02 (Am +)	PtZn : 1,59 (Na +)...........	1,59 — 1,02 = 0,57
ZnZn : 0,18 (Na +)	PtPt : 0,33 (Na +)	0,33 + 0,18 = 0,51
CuPt : 0,14 (Am +)	PtCu : 0,68 (Na +)...........	0,68 — 0,14 = 0,54
CuCu : 0,21 (Na +)	PtPt : 0,33 (Na +)...........	0,33 + 0,21 = 0,55

» Ces exemples sont trop nombreux et empruntés à des réactions trop différentes pour laisser place au doute.

» Ainsi, nous avons établi la relation empiriquement, de façon à éviter toute discussion théorique.

» Examinons maintenant quelques formules théoriques. Soient les deux liquides, A et B, et les deux métaux, M et M′ : les différences électriques mises en jeu, à circuit fermé, dans les quatre éléments de pile que nous comparons sont les suivantes. D'une part, pôles de deux métaux différents :

$$\left[\overline{MM'} + (\overline{MA} + \overline{BM'}) + \overline{AB}_1\right] + \left[\overline{M'M} + (M'A + BM) + \overline{AB}_2\right].$$

» D'autre part, pôles identiques, avec les deux mêmes métaux :

$$\left[\overline{MM} + (\overline{MA} + \overline{BM}) + \overline{AB}_3\right] + \left[M'M' + (\overline{M'A} + \overline{BM'}) + \overline{AB}_4\right].$$

» Si l'on admettait que la différence $\overline{AB}$ soit la même dans les quatre éléments envisagés séparément, il y aurait identité. Mais cette hypothèse peut être contestée, la transmission des différences électriques, $\overline{MA}$ et $\overline{BM'}$ et analogues, pouvant être modifiée en traversant la double couche de contact des deux liquides AB. Cette objection est d'autant plus légitime que j'ai démontré que la différence électrique des deux liquides AB éprouve une transformation d'un ordre analogue en traversant les électrodes métalliques. Cela résulte de mes expériences antérieures (voir ce Recueil, séance précédente). D'ailleurs, il suffirait pour que l'égalité ci-dessus demeurât vérifiée que la somme des effets $\overline{AB}_1 + \overline{AB}_2$ fût égale à $\overline{AB}_3 + \overline{AB}_4$.

» Quoi qu'il en soit, les déterminations précédentes et les deux équations qui les résument constituent une vérification très étendue de l'exactitude des méthodes mises en œuvre au cours des présents travaux; sans qu'il résulte cependant de ces formules aucune connaissance de la valeur $\overline{AB}$, c'est-à-dire de la force électromotrice développée au contact de deux liquides. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur l'analyse mécanique des sols.* Note de M. **Th. Schlœsing** père.

« Les modifications que j'ai introduites autrefois dans l'analyse mécanique des sols concernaient surtout la détermination des éléments les plus fins qui, avec l'argile colloïdale, constituent l'argile *rurale*. Quant aux sables non calcaires, je n'en distinguais que deux sortes : les sables grossiers dont les dimensions linéaires sont comprises entre $0^{mm},9$ et $0^{mm},1$, et les sables fins qu'on obtient en laissant reposer pendant 24 heures, dans un vase à précipité de 2^{l}, le liquide dans lequel la terre a été délayée. Ces sables ont des dimensions comprises entre $0^{mm},1$ et $0^{mm},002$; ils touchent d'une part aux sables grossiers, de l'autre aux sables de l'argile; il peuvent donc exercer une influence notable sur la ténacité et la perméabilité des sols, selon qu'ils se rapprochent plus de l'une ou de l'autre de leurs limites. Aussi s'est-on préoccupé, avec raison, pour les mieux définir, de les ranger en plusieurs classes d'après leur degré de finesse. On a eu recours le plus souvent à la lévigation : un même courant d'eau parcourt des vases de sections croissantes et se ralentit progressivement dans leur traversée : si donc on le charge à son départ des sables fins, il s'en dépouille en chemin, et les classe sans l'intervention de l'opérateur; les sables les plus gros restent dans le premier vase, et les plus fins dans le dernier.

» Je me suis demandé si l'on n'obtiendrait pas un classement aussi et peut-être plus exact, en laissant au repos, dans un vase cylindrique, l'eau chargée de terre délayée, et en prenant des dispositions pour recueillir, à mesure de leur formation, les dépôts successifs précipités durant le temps convenu de 24 heures. Dans cette voie, j'ai obtenu des résultats satisfaisants que je crois utile de faire connaître aux chimistes que ce genre d'analyse intéresse. Je vais d'abord présenter quelques notions théoriques sur la constitution des dépôts en question; je dirai ensuite comment on les peut appliquer aux éléments de la terre végétale.

» Je considère un mélange de sables de dimensions très diverses, comme celles des sables fins d'un sol : ils sont délayés dans un volume d'eau assez grand pour que chaque grain, indépendant de tous les autres, se comporte, dans ses relations avec l'eau et la pesanteur, comme s'il était seul. Ce volume d'eau est contenu dans un vase cylindrique à fond plat.

» Dans un liquide en repos, des grains de sable descendent verticalement avec des vitesses d'autant moindres qu'ils sont plus fins. J'admets que ces diverses vitesses sont constantes, et que par conséquent tous les mouvements de descente sont uniformes.

» Il est permis de ranger tous les grains en catégories aussi nombreuses qu'on voudra, dont chacune comprend tous les grains qui tombent avec une même vitesse; je suppose qu'au début des phénomènes qu'il s'agit d'analyser tous les grains de chaque catégorie sont uniformément disséminés dans la masse liquide.

» Soient $C_1, C_2, \ldots, C_{n-1}, C_n$ les catégories rangées selon l'ordre décroissant des dimensions et $S_1, S_2, \ldots, S_n$ les poids des sables qui les composent. Soient $t_1, t_2, \ldots, t_{n-1}, t_n$ les temps, tous comptés à partir d'un même instant, qu'emploieraient les grains des catégories respectives à parcourir toute la hauteur H du liquide; $\frac{H}{t_1}, \frac{H}{t_2}, \ldots, \frac{H}{t_n}$ seront les vitesses de chute de ces divers grains.

» Il est bien évident que, dans chaque unité de temps, la catégorie C_1 dépose au fond du vase une quantité de sable égale à $\frac{S_1}{t_1}$, et continue ainsi jusqu'à ce que, le temps t_1 étant accompli, il ne reste plus aucun grain de cette catégorie dans le liquide. De même, dans l'unité de temps, la catégorie C_2 dépose une quantité de sable égale à $\frac{S_2}{t_2}$, et continue de la sorte jusqu'à la fin du temps t_2; il en va de même pour toutes les catégories suivantes.

» On aura donc, pendant le temps t_1, une somme de dépôts que j'appelle D_1, qui sera égale à $\left(\frac{S_1}{t_1} + \frac{S_2}{t_2} + \ldots + \frac{S_n}{t_n}\right) t_1$.

» On aura, pendant l'intervalle de temps $t_2 - t_1$ qui s'écoule entre t_1 et t_2, un second dépôt D_2, superposé au premier, qui sera composé de $\left(\frac{S_2}{t_2} + \frac{S_3}{t_3} + \ldots + \frac{S_n}{t_n}\right)(t_2 - t_1)$, et ainsi de suite, d'où l'on voit qu'on peut former autant d'équations que de catégories, et que, par conséquent, on peut exprimer S_1, S_2, ..., S_n en fonction des temps et des dépôts D_1, D_2, ..., D_n.

» En divisant les deux membres de la première équation par t_1, les deux membres de la seconde par $t_2 - t_1$ et ainsi de suite, puis formant les différences successives de ces équations, on obtient les expressions

$$S_1 = D_1 - D_2 \frac{t_1}{t_2 - t_1}, \qquad S_2 = D_2 \frac{t_2}{t_2 - t_1} - D_3 \frac{t_2}{t_3 - t_2}, \qquad \ldots,$$

$$S_n = D_n \frac{t_n}{t_n - t_{n-1}}.$$

Si donc on pouvait extraire du vase les dépôts $D_1, D_2, \ldots, D_n$ sans apporter aucun trouble dans les mouvements des grains, et en déterminer les poids, les temps $t_1, t_2, \ldots, t_n$ étant réglés d'avance et connus, on n'aurait plus qu'à appliquer les formules précédentes pour déterminer $S_1, S_2, \ldots, S_n$, c'est-à-dire que les sables seraient classés par leurs vitesses de chute.

» Il serait commode, pour les calculs numériques, de faire croître les temps comme les puissances de 2; car, alors, tous les facteurs $\frac{t_2}{t_2 - t_1}$, $\frac{t_3}{t_3 - t_2}, \ldots, \frac{t_n}{t_n - t_{n-1}}$ deviendraient égaux à 2; et tous les facteurs $\frac{t_1}{t_2 - t_1}$, $\frac{t_2}{t_3 - t_2}, \ldots, \frac{t_{n-1}}{t_n - t_{n-1}}$ seraient égaux à 1, en sorte que les valeurs de S_1, $S_2, \ldots, S_n$ seraient simplement

$$S_1 = D_1 - D_2, \qquad S_2 = 2D_2 - D_3, \qquad S_3 = 2D_3 - D_4, \qquad \ldots, \qquad S_n = 2D_n.$$

» Dans l'application de la théorie précédente aux terres végétales, il serait inutile de recueillir un grand nombre de dépôts successifs correspondant à autant de catégories; quelques-uns suffiraient pour définir le mélange de sables étudié. Mais il serait entendu qu'une catégorie ne serait pas composée uniquement de grains ayant même vitesse de chute, mais comprendrait tous ceux dont les vitesses seraient intermédiaires entre les deux vitesses correspondant à cette catégorie et à la suivante : Je prends un exemple, pour me faire mieux comprendre. Soit 36^{cm} la hauteur du liquide; soient 10, 20, 40 minutes, 1 heure 20 minutes, 2 heures 40 minutes, 5 heures 20 minutes, 10 heures 40 minutes et 21 heures 20 minutes la série des temps $t_1, t_2, \ldots, t_n$; C_1 contiendra tous les grains qui ont une vitesse de chute au moins égale à $\frac{36^{cm}}{10}$ ou $3^{cm},6$ par minute; C_2 contiendra tous ceux dont la vitesse est comprise entre $\frac{36^{cm}}{10}$ et $\frac{36^{cm}}{20}$; C_3 tous ceux dont la vitesse sera comprise entre $\frac{36^{cm}}{20}$ et $\frac{36^{cm}}{40}$, et ainsi de suite.

» La question est maintenant de savoir si une terre végétale peut être placée dans les conditions sur lesquelles sont fondés les calculs qui précèdent, savoir : liberté parfaite d'un élément quelconque à l'égard de tous les autres; égale dispersion de tous les éléments au début des phénomènes; repos absolu du liquide; uniformité des mouvements de descente. Je vais montrer que ces conditions peuvent être parfaitement remplies par toute terre végétale.

» Je rappelle d'abord que tous les éléments d'une terre, plus ou moins liés par des ciments minéraux et organiques à l'état naturel, sont mis en état de complète indépendance, après la destruction du calcaire par un acide étendu (l'acide nitrique de préférence) puis le lavage parfait des éléments par le même acide étendu au millième, enfin après une digestion de quelques heures dans de l'eau distillée légèrement ammoniacale. Il reste cependant à résoudre une question de mesure, car la liberté de mouvement des éléments serait évidemment compromise si le volume d'eau de délayage était trop faible. En général, on opère une analyse mécanique sur 10^{g} de terre qui sont, après les traitements rappelés, délayés dans 2^{l} d'eau : c'est plus qu'il n'en faut pour assurer l'indépendance des éléments. Voici des expériences démonstratives.

» Je traite, par l'acide faible et l'ammoniaque étendue, 30^{g} d'une terre qui a été passée, comme c'est l'habitude, au crible de 10 mailles au centimètre, puis je la délaie dans environ 2^{l} d'eau pure contenus dans une grande éprouvette à pied; la hauteur du liquide y atteint 36^{cm}. Après un violent barbotage d'air destiné à mélanger les éléments de la terre et l'eau, je laisse reposer un certain temps, soit 15 minutes, après lesquelles je décante avec un large siphon, dont la longue branche porte un tube de caoutchouc qui permet de modérer l'écoulement quand le siphon va presque toucher le dépôt. J'extrais alors celui-ci, je le sèche et le pèse. Je traite exactement de même façon un poids de la même terre dix fois moindre, soit 3^{g}, et je compare les poids des deux dépôts; ils se trouvent presque rigoureusement dans le même rapport que les poids des terres employés; je répète ce genre d'épreuves sur les terres les plus différentes; j'obtiens toujours la même concordance; le rapport entre les poids des dépôts est le même que le rapport entre les poids des terres. *Exemples :*

	Terre de landes très sableuse.		Terre argileuse (39 pour 100 d'argile).		Terre très argileuse (54 pour 100 d'argile).	
Poids de terre.......	30^{g}	3^{g}	20^{g}	5^{g}	30^{g}	3^{g}
Hauteur du liquide...	36^{cm}	36^{cm}	36^{cm}	36^{cm}	36^{cm}	36^{cm}

	Terre de landes très sableuse.		Terre argileuse (39 pour 100 d'argile).		Terre très argileuse (54 pour 100 d'argile).	
Temps du repos, en minutes	15	15	32	32	41	41
Poids des dépôts	17g,556	1g,756	4g,571	1g,149	8g,346	0g,829
Rapport entre ces poids	30 :	3,00	20 :	5,027	30 :	2,98

» Ne semble-t-il pas évident que, si les éléments n'étaient pas indépendants dans ces sortes d'expériences, la gêne dans les mouvements et les retards qui en résulteraient croîtraient avec la densité des mélanges, et qu'il en résulterait un déficit dans les dépôts fournis par les mélanges les plus chargés?

» En ce qui concerne l'uniformité des mouvements de descente, les expériences propres à la vérifier sont du même genre que les précédentes; seulement, on donne des hauteurs différentes H_1, H_2, H_3 aux liquides contenant des poids connus d'une même terre. Si les mouvements de descente sont vraiment uniformes, on devra obtenir des dépôts dont les poids seront proportionnels à ceux des terres, si on leur laisse, pour se former, des temps proportionnels aux hauteurs H_1, H_2, H_3. *Exemples :*

	Terres							
	très sableuse.			argileuse.		silico-argileuse.		
Poids des terres	20g	15g	10g	10g	10g	10g	10g	10g
Hauteurs des liquides	20cm	15cm	10cm	36cm,2	18cm,1	36cm	27cm	18cm
Temps de repos en minutes	24	18	12	20	10	20	15	10
Poids des dépôts	14g,794	11g,066	7g,359	6g,822	6g,821	6g,720	6g,764	6g,780
Rapports entre ces poids	20 :	14,96 :	9,95	10 :	10,00	10 :	10,07 :	10,09

» Les résultats de ces expériences seraient inexplicables si les éléments des sols n'avaient pas eu des vitesses uniformes.

» Quant à l'égale dispersion des éléments dans le liquide, c'est par une agitation préalable très énergique qu'on l'obtiendra, mais il y aura toujours une courte période, qu'on abrégera le plus possible, au début d'une expérience, pendant laquelle les phénomènes seront troublés par un reste d'agitation.

» Enfin le repos, dès qu'il est produit, est réellement absolu, alors même que le liquide ne se trouve pas dans un local à température constante. Il est en effet attesté par des couches horizontales qui apparaissent au sein du liquide, suffisamment éclairci, comme de très légers nuages; ces couches

descendent lentement en conservant leur parallélisme ; il est certain que les moindres mouvements intérieurs du liquide produiraient, dans ces apparences, un désordre visible.

» Dans une prochaine Communication, je décrirai les dispositions qui permettent de séparer les dépôts successifs D_1, D_2, ..., D_n sans produire aucun trouble dans les liquides. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Influence qu'exerce, sur le pouvoir rotatoire de molécules actives, l'introduction de radicaux non saturés. Éthers δ-méthyl-β cyclopentanonecarboniques, α-allylé ou propylé.* Note de MM. **A. Haller** et **M. Desfontaines**.

« Les éthers de l'acide δ-méthylcyclopentanonecarbonique renfermant un complexe $<\begin{matrix} CO \\ | \\ CH.CO^2R \end{matrix}$ analogue à celui de l'acide camphocarbonique, se prêtent aux mêmes substitutions que ce dernier, comme l'ont montré M. Dieckmann et ses élèves [1].

» Dans le but d'effectuer de ces substitutions, nous avons préparé l'éther éthylé de cet acide au moyen de l'éther β-méthyladipique.

» Ce dernier composé, obtenu en partant de l'acide provenant de l'oxydation de la pulégone, bouillait à 138°-141° sous 15^{mm} et possédait le pouvoir rotatoire $\alpha = +2°30'$ pour une longueur de 100^{mm}.

» La condensation de cet éther en dérivé cyclique a été faite en employant la méthode générale de M. Dieckmann, modifiée par M. Bouveault [2] pour la préparation de l'éther cyclopentanonecarbonique. Au lieu de faire agir le sodium directement sur l'éther méthyladipique, on opère au sein du toluène.

» Le δ-méthyl-β-cyclopentanonecarbonate d'éthyle obtenu bouillait à 118° sous 18^{mm} (107°-108° sous 11^{mm} à 12^{mm} suivant M. Dieckmann).

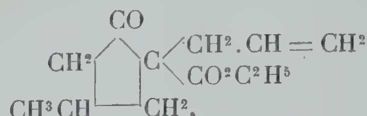
» Son pouvoir rotatoire $\alpha = +82°20'$ sous une épaisseur de 100^{mm}.

» Comme tous les éthers β-cétoniques, ce composé donne une coloration quand on traite ses solutions alcooliques par du perchlorure de fer. Mais cette coloration, au lieu d'être rouge, comme celle des éthers acylacétiques, est violette et se rapproche de la coloration qu'on observe avec les éthers camphocarboniques.

---

(1) Dieckmann, *Ann. Chem. und Pharm.*, t. CCCXVII, 1901, p. 78.
(2) L. Bouveault, *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXI, 1899, p. 1019.

» *α-allyl, δ-méthyl, β-cyclopentanone carbonate d'éthyle.*



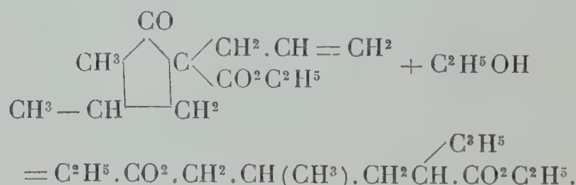
Ce composé a été préparé en chauffant avec de l'iodure d'allyle le δ-méthyle β-cyclopentanone-carbonate d'éthyle sodé obtenu, par action directe du sodium, sur une solution de l'éther cyclique dans l'éther anhydre.

» Rectifié dans le vide, cet éther allylé constitue un liquide à odeur aromatique, bouillant à 139°-141° sous 18mm.

» Les solutions alcooliques donnent encore une faible coloration violette avec le perchlorure de fer.

» Il dévie la lumière polarisée $\alpha = + 62°54'$ sous une épaisseur de 100mm.

» Si, au lieu de préparer au préalable le dérivé sodé en l'absence d'alcool, on fait agir une solution d'alcoolate de soude sur un mélange d'iodure d'allyle et de δ-méthyle β-cyclopentanone-carbonate d'éthyle, on obtient principalement un mélange constitué par de l'acide β-méthyl-γ-allyladipique et ses éthers neutre et acide. La molécule cyclique substituée, en présence de l'alcoolate, s'ouvre suivant l'équation



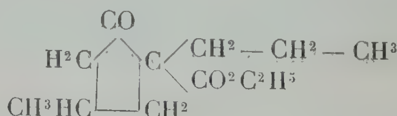
» Dans ses recherches sur l'éther δ-méthyl α-isobutyl-β-cyclopentanone carbonique, M. Dieckmann (¹) a observé une rupture semblable.

» *L'acide β-méthyl, γ-allyl ou α-allyl-γ-méthyl adipique* cristallise en aiguilles blanches fondant à 100° et bouillant à 235° sous 20mm.

» Son pouvoir rotatoire dans l'alcool absolu $\alpha_D = + 2°50'$.

» *L'éther neutre correspondant* est liquide et bout à 155° sous 17mm. Sa déviation $\alpha = + 4°24'$, pour une longueur de 100mm. Pour nous rendre compte dans quelle mesure la substitution, dans l'éther cyclique, du radical propyle normal, au lieu et place du radical allyle, abaisserait le pouvoir rotatoire de la molécule, nous avons préparé :

» Le *δ-méthyl-α-n-propyl-β-cyclopentanone carbonate d'éthyle*



(¹) Dieckmann, *loc. cit.*, p. 82.

Cet éther prend naissance dans les mêmes conditions que celles qui nous ont permis d'obtenir le dérivé allylé. Nous avons cependant remarqué qu'il était beaucoup plus lent à se former que l'éther allylé. Il a fallu chauffer le mélange de la combinaison sodée de l'éther méthylcyclopentanone carbonique avec l'iodure de propyle normal pendant plusieurs jours, pour obtenir une substitution notable, et augmenter la pression de l'appareil de 20^{cm} de mercure.

» Liquide bouillant à 136°-137° sous 17^{mm}, et possédant la déviation $\alpha = +51°8'$ sous 100^{mm}.

» MM. Dieckmann et Grœneveld (¹) ont préparé son isomère, le dérivé isopropyle, qui distille de 130° à 131° sous une pression de 15^{mm}.

» Des recherches qui précèdent, nous croyons pouvoir dès maintenant tirer les conclusions suivantes :

» 1° La transformation d'une molécule aliphatique active, comme l'éther β-méthyladipique, en une molécule cyclique est accompagnée d'une augmentation de pouvoir rotatoire allant de 2°30′ à 82°20′ pour une colonne de 100^{mm}. La réciproque est vraie, puisque nous avons fait voir que le δ-méthyl-α-allyl-β-cyclopentanone carbonate d'éthyle ($\alpha = 62°54'$) fournit, par rupture du noyau, de l'éther α-allyl-γméthyladipique dont la déviation $\alpha = 4°24'$;

» 2° La différence des pouvoirs rotatoires observés entre l'éther δ-méthyl-β-cyclopentanonecarbonique et ses dérivés de substitution propylé et allylé, semble montrer que l'introduction de ces radicaux dans la molécule cyclique a pour effet d'abaisser son pouvoir rotatoire;

» 3° Le pouvoir rotatoire de l'éther allylé est manifestement supérieur à celui du dérivé propylé. Cette observation coïncide avec celle que nous avons signalée déjà à propos des éthers allyl- et propyl-camphocarboniques (²);

» 4° La substitution du radical allyle à l'hydrogène acide de l'éther cyclique se réalise beaucoup plus facilement que celle du radical propyle. Ce fait paraît général, car nous l'avons également observé sur l'éther camphocarbonique et d'autres combinaisons β-cétoniques.

» Nous nous proposons de poursuivre l'étude de ces combinaisons, et en particulier de celles dans lesquelles le groupement allylé se trouve transformé en son isomère, le groupe propényle.

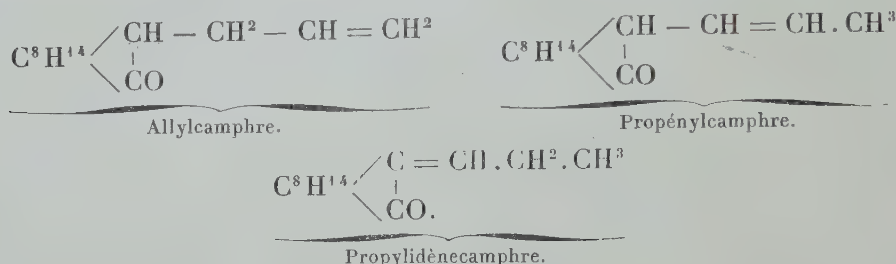
» Des essais tentés dans ce sens nous ont déjà fait voir que la double liaison, à mesure qu'elle se rapproche du noyau renfermant le carbone

---

(¹) *Ann. Chem., loc. cit.*, p. 88.

(²) A. Haller, *Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 788.

asymétrique, a pour effet d'augmenter son pouvoir rotatoire, lequel arrive à son maximum, toute chose égale d'ailleurs, quand cette double liaison est fixée sur le noyau même et se rapproche du carbone asymétrique. Le pouvoir rotatoire des molécules dérivées du camphre, dans lequel on a introduit, par exemple, diversement le radical C^3H^5, doit aller en augmentant de l'allyl- au propényl- et au propylidènecamphre.



Allylcamphre. Propénylcamphre.
Propylidènecamphre.

» Il en sera, sans aucun doute, de même avec les dérivés analogues des méthylpentanone et méthylhexanone.

» L'ensemble de nos recherches sur les dérivés substitués et non saturés du camphre [1], ainsi que celles de M. Zelinsky [2] sur les méthylcyclopentène et méthylcyclohexène, nous permettent dès maintenant de formuler ces conclusions. »

ASTRONOMIE. — *Comète 1903 c, découverte par M. Borrelly, à l'Observatoire de Marseille, le 21 juin 1903. Observations faites à l'équatorial Eichens de 258^mm d'ouverture.* Note de M. **E. Stéphan.**

Dates 1903 Juin.	Temps moy. de Marseille.	ΔR.	ΔP.	Nombre de compar.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parall.	★	Obs.
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″			
21...	13.36.30	+6.37,93	−14.54,8	5.5	21.52.34,60	−1̄,401	98. 6.31,9	−0,832	1	B.
22...	12.40.14	+0.46,47	− 6.43,0	7.7	21.51.55,82	−1̄,508	97.19.25,3	−0,816	2	E.
23...	12.45.43	+0.18,22	+ 4.33,0	10.10	21.51. 8,64	−1̄,489	96.26.43,8	−0,814	3	S.
24...	12.36. 2	−2.44,24	− 9. 3,8	7.7	21.50.13,63	−1̄,497	95.30.21,5	−0,804	4	E.
25...	13.31.30	+1.25,46	+ 0.33,1	6.6	21.49. 9,36	−1̄,352	94.27.10,4	−0,809	5	E.
26...	12.28.10	+0.40,59	−13.23,4	6.6	21.48. 1,73	−1̄,491	93.24. 7,5	−0,799	6	E.
27...	13.38.33	−1.18,55	+ 6.59,1	7.7	21.46.38,57	−1̄,292	92. 9. 2,5	−0,796	7	E.

(1) A. Haller et P.-Th. Muller, *Comptes rendus*, t. CXVIII, p. 1370; t. CXXIX, p. 1005; t. CXXXVI, p. 788 et 1222.

(2) *Bull. Soc. chim.*, t. XXVIII, 1902, p. 945; t. XXX, 1903, p. 342.

Positions des étoiles de comparaison.

★.	Grandeur.	Ascension droite moy. 1903,0.	Réduction au jour.	Distance polaire moy. 1903,0.	Réduction au jour.	Autorité.
1...	8	21h45m54s,27	+2s,40	98°21′43″,5	−16″,8	1025 W_1, H, XXI
2...	7.8	21.51. 6,95	+2,40	97.26.25,0	−16,7	5906 Radcliffe
3...	10	21.50.47,99	+2,43	96.22.27,3	−16,5	29837 M_1
4...	8	21.52.55,43	+2,44	95.39.41,8	−16,5	½:7139 Varsovie + ½1178 W_1, H, XXI
5...	7	21.47.41,40	+2,50	94.26.53,6	−16,3	5895 Radcliffe
6...	7	21.47.18,61	+2,53	93.37.47,2	−16,3	5608 Glasgow
7...	10	21.47.54,56	+2,56	92. 2.19,4	−16,0	29734 M_1

» *Remarques.* — 21 juin : la comète possède un noyau de 10e grandeur et une queue de 5′ à 6′ d'étendue.

» 22 juin : le noyau principal paraît entouré d'autres granulations moins brillantes. La tête a un diamètre de 2′ environ ; le bord oriental de la queue est plus étendu que le bord occidental de 2′ à peu près.

» 23 juin : la nébulosité a bien la forme classique des comètes ; l'aspect est sensiblement le même que la veille.

» 24 juin : observation contrariée par la brume.

» 25, 26 et 27 : aspect sensiblement le même que le 23.

» Les lettres B, E, S désignent respectivement les observateurs : MM. Borrelly, Esmiol et Stephan. »

ASTRONOMIE. — *Occultations observées et mesures d'appulse faites à l'Observatoire de Lyon, pendant l'éclipse partielle de Lune du 11 avril 1903. Résultats conclus.* Note de M. **Ch. André**.

« Ces observations ont été faites à l'équatorial coudé ($0^m,32$) par M. G. Le Cadet (LC) et à l'équatorial Brünner ($0^m,16$) par M. J. Guillaume (JG) :

Occultations.

Désignation de l'★.		Gr.	Ph.	Temps moyen de Paris.	Obs.	Grt.	Remarques.
H	BD — 8°,3540	8,3	I	11h34m15s	JG	45	Perdu l'★ à ce moment ; nuages passent.
J	— 8,3542	9,4	I	50.33,3	»	100	Id.
m	Anonyme	11	I	12.14. 6,1	»	»	
M	— 8,3545	9,5	I	19.11,2	»	»	
»	»	»	»	19.11,6	LC	360	

Désignation de l'★.		Gr.	Ph.	Temps moyen de Paris.	Obs.	Grt.	Remarques.
				h m s			
m_1	Anonyme	11	I	25.41,7	JG	100	
K_1	»	10,5	I	35.52,2	»	250	
K	— 8,3543	9,3	I	44.47,5	»	»	
J	— 8,3542	9,4	E	48.15,0	LC	150	Bord bien visible à la limite de l'ombre.
»	»	»	»	48.17,5	JG	250	Probabt en retard; ★ faible, bord ☾ légert éclairé.
H	— 8,3540	8,3	E	50. 8	»	100	Id.
K	— 8,3543	9,3	E	52.28,8	»	»	
K_1	Anonyme	10,5	E	54.21,8	»	»	

» Les étoiles n'ont commencé à devenir visibles autour de la Lune qu'une demi-heure après l'*entrée dans l'ombre* qui a été notée par JG à $10^h 43^m,4$ à l'œil nu, à $10^h 43^m,9$ au chercheur et à $10^h 45^m,3$ à la lunette (grt 45). Le bord de la Lune n'est devenu invisible que 10 minutes après l'entrée et n'a reparu qu'une heure plus tard. A l'œil nu, la partie éclipsée n'a pas été visible : elle n'a présenté la teinte rouge-cuivre que vers le bord austral, 1 heure environ avant la fin de l'éclipse qui n'a pas pu être observée.

Appulse de l'★ i = BD — 7°3604 (9,4).

» Cette observation a consisté en une série de mesures de distances entre l'étoile et le bord éclairé de la Lune, dans l'angle de position 23°,0 et autour de l'époque $12^h 34^m,7$ donnés par le calcul de prédiction.

» Ces mesures ont été faites par LC avec un micromètre à fils fins et un grt 360. L'étoile très faible n'était pointable qu'avec les fils brillants. Ceux-ci apparaissaient en noir sur le bord éclairé de la Lune, dont l'éclat était légèrement atténué par la pénombre. Ce bord était d'ailleurs très ondulant.

T. moy. de Paris.	Distances (corr. de la réf.).
h m s	
12.30.12,0	4′6″,56
31.30,6	6,71
32.13,8	6,55
32.32,4	6,10
32.56,4	7,19
33.24,6	6,80
33.53,4	6,68
34.23,4	6,01

T. moy. de Paris.	Distances (corr. de la réf.).
h m s 12.34.40,8	4′.5″,79
35. 7,8	5,52
35.43,8	7,46
36.16,8	8,29
36.55,8	8,87
37.36,6	6,06
38.23,4	7,57

Positions apparentes des étoiles.

» Ces positions résultent de mesures différentielles faites le 13 mai par MM. Le Cadet et Guillaume par rapport à 3 étoiles dont les positions absolues ont été déterminées du 13 au 26 mai, par MM. Lagrula et J. Baillaud à l'instrument méridien.

Désignation de l'★.	Gr.	Pos. app. 11 avril 1903. α.	δ.	Remarques.
H BD — 8°3540.....	8,3	h m s 13.17. 4,54	−8°.33′.10″,9	2 obs. mérid.
g — 7°3599.....	8,5	17.16,56	−8.11.42,3	»
k_1 Anonyme.........	10,5	17.37,90	−8.47.50,2	rap. à ★ K
J — 8°3542.....	9,4	17.42,37	−8.19.35,8	» ★ *g*
K — 8°3543.....	9,3	17.43,18	−8.48.45,1	» ★ L
i — 7°3604.....	9,4	18.18,25	−8.13.41,4	» ★ *g*
m Anonyme.........	11,0	18.20,62	−8.28.58,6	» ★ M
L — 8°3544.....	8,3	18.22,66	−8.54. 9,1	2 obs. mérid.
m_1 Anonyme........	11,0	18.35,79	−8.34.24,2	rap. à ★ M
M — 8°3545.....	9,5	18.25,70	−8.33.51,9	» ★ H

» Les obs. mér. reposent sur les étoiles fondamentales suivantes : δ, θ, 61, ζ et *m* Vierge.

Résultats.

» La discussion de ces observations faite par M. Lagrula a conduit aux résultats suivants :

» Soient :

r_0 le demi-diamètre lunaire adopté : $r_0 = 15' 32'', 83$;
Δr_0 la correction correspondant aux occultations;
$[\Delta r_0]$ la correction correspondant aux appulses;
π_0 la parallaxe moyenne lunaire de Newcomb : $\pi_0 = 57' 2'', 68$;
$\Delta \pi_0$ la correction correspondante;

α_0 et δ_0 les coordonnées équatoriales de la Lune données par la *Connaissance des Temps* pour l'époque moyenne des observations;

$\Delta\alpha_0$ et $\Delta\delta_0$ les corrections correspondantes;

On a :

Appulse.....	$[\Delta r_0]$	$= + 2'',29$	$+ 0'',57$	$\Delta\pi_0''$	$\pm 0'',71$
Occultations	Δr_0	$= + 0,12$	$- 0,59$	$\Delta\pi_0$	$\pm 0,50$
	$\Delta\alpha$	$= + 3,26$	$+ 0,51$	$\Delta\pi_0$	$\pm 0,63$
	$\Delta\delta$	$= - 1,60$	$+ 0,01$	$\Delta\pi_0$	$\pm 0,69$

» Comme c'était à prévoir, le demi-diamètre d'appulse : $15'35'',12$ est plus grand que celui des occultations : $15'32'',95$.

» D'autre part, les occultations fournissent la position très précise suivante de la Lune (11 avril à 12^h5, t. m. Paris) :

$$\alpha = \alpha_0 + \text{correction de Newcomb} + 0^s,217 + 0,034 \quad \Delta\pi_0 \pm 0^s,042$$
$$\delta = \delta_0 + \text{correction de Newcomb} - 1'',60 \quad + 0,01 \quad \Delta\pi_0 \pm 0'',69$$

M. **Boussinesq** présente à l'Académie, en son nom et de la part de l'éditeur, M. Gauthier-Villars, un nouveau Volume de son Cours de Physique mathématique à la Sorbonne. Ce Volume a pour titre « *Théorie analytique de la chaleur, mise en harmonie avec la Thermodynamique et avec la théorie mécanique de la lumière*. — Tome II : *refroidissement et échauffement par rayonnement; conductibilité des tiges, lames et masses cristallines; courants de convection; théorie mécanique de la lumière* ». Et il ajoute :

« La première Partie simplifie et condense en peu de pages des problèmes célèbres sur le rayonnement de la surface terrestre, traités par Fourier et Poisson.

» La deuxième introduit dans l'enseignement la théorie de la propagation de la chaleur à partir d'un centre, dans les milieux indéfinis *cristallisés* à une, deux ou trois dimensions (*barres, plaques* et corps *massifs*), propagation qui est, dans les deux derniers cas, ou *rectiligne* ou *tourbillonnaire*, suivant la contexture ou *symétrique*, ou *dissymétrique*, du corps.

» La troisième Partie, relative principalement aux courants de convection, est, presque toute, nouvelle. Elle contient l'explication des lois de Dulong et Petit sur le refroidissement des corps dans les gaz en repos, explication se réduisant en quelque sorte à des considérations de proportionnalité ou de similitude mécanique, grâce à une simplification très naturelle des équations du mouvement, autrement inextricables, qui consiste

à négliger la dilatation, mais non *l'allègement*, dus à l'échauffement des couches gazeuses. Les intégrations ne paraissent effectuables que dans le cas d'un courant fluide général, de vitesse donnée, enveloppant le corps chaud; le pouvoir refroidissant du courant est proportionnel à la racine carrée de sa vitesse et à l'excédent de température du corps; lois simples, que l'observation a confirmées.

» Enfin, la dernière Partie, qui occupe plus des deux tiers du Volume, est un exposé complet de la *Théorie mécanique de la lumière,* dans lequel la multitude des questions traitées par les physiciens en Optique se trouve ramenée aux principes *usuels* de la dynamique des corps élastiques et des fluides, sans l'adjonction d'aucune hypothèse ou complexe, ou seulement invraisemblable. L'idée générale résultant de cet exposé est que l'éther, soit à l'état libre, soit parsemé de molécules pondérables, a les lois de mouvement les plus simples qu'il soit possible d'imaginer. C'est, à chaque pas, dans tout ordre nouveau de questions que l'on y aborde, l'hypothèse la plus naturelle, s'offrant, en quelque sorte, la première à l'esprit, qui explique et prévoit les phénomènes.

» Aussi Fresnel a-t-il pu, sur les indications fournies par quelques faits d'expérience le plus souvent très vulgaires, deviner, au moyen de ce *principe de simplicité maxima* dont il s'inspirait instinctivement, les phénomènes les plus délicats et les plus cachés. Parmi les mémorables applications qu'il en fit durant sa brève carrière, il faut signaler surtout le double *postulatum,* confirmé par la théorie mécanique, que, dans les corps non isotropes, la vitesse de propagation des ondes lumineuses et leur absorption graduelle varient seulement avec la direction des vibrations: hypothèse éminemment naturelle, mais des plus hardies à force d'être simple, et sans laquelle lui aurait été impossible sa magnifique découverte des cristaux biaxes. Or, elle l'aurait égaré, s'il s'était agi d'autres milieux élastiques que l'éther. »

PRÉSENTATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats qui doit être présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique pour la chaire de Zoologie (Annélides, Mollusques et Zoophytes), actuellement vacante au Muséum d'Histoire naturelle.

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du premier candidat, le nombre des votants étant 55 :

M. Joubin	obtient	32 suffrages
M. Fischer	»	15 »
M. Gravier	»	8 »

Au second tour de scrutin, destiné à la désignation du second candidat, le nombre des votants étant 55 :

M. Fischer	obtient	34 suffrages
M. Gravier	»	14 »
M. Michel	»	4 »
M. Pizon	»	3 »

En conséquence, la liste présentée par l'Académie à M. le Ministre comprendra :

En première ligne . . . . M. **Joubin**
En seconde ligne . . . . M. **Fischer**

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** appelle l'attention de l'Académie sur un projet d' « Inventaire méthodique des ressources de l'Afrique occidentale française », dont le plan général est adressé à l'Académie par le Comité institué à cet effet.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° « Le Livre des appareils pneumatiques et des machines hydrauliques, par Philon de Byzance, édité d'après les versions arabes d'Oxford et de Constantinople, et traduit en français par le baron *Carra de Vaux* » (tiré des notices et extraits des Manuscrits de la Bibliothèque nationale et autres bibliothèques, t. XXXVIII). (Présenté par M. Berthelot);

2° Une « Étude géologique de la Tunisie centrale, par M. *L. Pervinquière* ». (Présentée par M. Munier-Chalmas);

3° « L'Architecture du sol de la France, essai de géographie tectonique, par le commandant *O. Barré.* » (Présentée par M. de Lapparent);

4° Un « Traité théorique et pratique des moteurs à gaz et à pétrole, par M. *Aimé Witz*, 4e édition, Tome I ». (Présenté par M. Haton de la Goupillière).

ASTRONOMIE. — *Observation de la tache brillante de Saturne à l'équatorial de* $0^m,38$ *de l'Observatoire de Toulouse.* Note de M. **F. Rossard**, présentée par M. Lœwy.

» J'ai observé le 25 et le 26 juin la tache sur Saturne signalée par Barnard. Le 25, à 14^h15^m t. m. de Toulouse, j'ai vu, vers le milieu du disque, une grande tache accompagnée d'une plus petite. Le ciel paraissait beau, néanmoins les deux taches étaient très pâles. Le 26, à 13^h45^m t. m. de Toulouse, les taches étaient bien plus apparentes que la veille, la petite plus séparée de la grande. Sur la grande tache on distinguait, près d'un de ses bords, un noyau très brillant et l'éclat allait en diminuant du centre du noyau vers les bords de la tache. La grande tache avait sensiblement 2",5 de diamètre. »

ASTRONOMIE. — *Éléments de la comète Borrelly* (1903, juin 21). Note de M. **G. Fayet**, présentée par M. Lœwy.

« Pour effectuer ce calcul, on a utilisé les observations faites les 22, 24 et 27 juin; nous devons l'observation du 24 à l'obligeance de M. Perrotin et, d'autre part, M. Bigourdan a bien voulu nous communiquer les résultats qu'il a obtenus, le 27, à l'Observatoire de Paris.

» Les éléments conclus sont les suivants :

T = 1903 août 28,4715, temps moyen de Paris.

$$\left.\begin{aligned} \Omega &= 293^\circ.38'.40'' \\ i &= 84.\ 6.48 \\ \omega &= 125.56.53 \end{aligned}\right\} 1903,0,$$

$$\log q = 9,53953.$$

$$\text{Représentation du lieu moyen : O — C} \left\{ \begin{aligned} \cos\beta\, d\lambda &= +4'', \\ d\beta &= +6''. \end{aligned}\right.$$

» De ce système on a déduit l'éphéméride suivante, pour 12^h temps moyen de Paris :

Dates. 1903.	Ascension droite apparente.	Déclinaison apparente.	log r.	log Δ.	Éclat.
	h m s	° ′			
Juillet 1	21.39.29	+ 3.40	0,1411	9,6986	2,7
» 5	21.27.33	+12.11	0,1179	9,6105	4,5
» 9	21. 6.46	+24.45	0,0928	9,5213	7,6
» 13	20.26.15	+38.58	0,0657	9,4322	12,9
» 17	18.53.22	+60.43	0,0362	9,4424	14,1
» 21	15.46.14	+68.41	0,0040	9,4948	12,9

» L'éclat du 22 juin est pris pour unité.

» On voit que l'éclat de cette comète va en augmentant très rapidement pour atteindre son maximum vers le milieu de juillet; comme d'autre part elle se dirige vers le Nord, elle se trouvera à cette époque dans des conditions de visibilité très favorables et l'on peut espérer qu'elle deviendra, pendant quelques jours, visible à l'œil nu : en effet, malgré le peu de hauteur où cet astre a été découvert, son éclat était déjà comparable à celui d'une étoile de 10e grandeur. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle comète Borrelly* (1903, *juin* 21), *faites à l'Observatoire de Paris* (*équatorial de la tour de l'Ouest*). Note de M. G. **Bigourdan**, présentée par M. Lœwy.

Dates. 1903.	Temps sidéral de Paris.	Étoiles.	☄ — ★. Δ Æ.	☄ — ★. Δ ℗.	Nombre de compar.
	h m s		m s	′ ″	
Juin 22....	18.27.53	*a* 5672 BD — 7°	+0. 2,26	— 8.15,4	4:4
22....	18.35.47	*a* 5672 BD — 7	+0. 1,91	— 8. 0,7	4:4
25....	17.51.18	*b* 5568 BD — 4	+0. 5,45	+12. 4,7	4:4
25....	17.58.33	*b* 5568 BD — 4	+0. 5,09	+12.22,8	4:4
27....	18.26.22	*c* 5647 BD — 2	—0. 8,18	— 2.55,9	4:4
27....	18.32.11	*c* 5647 BD — 2	—0. 8,46	— 2.37,2	4:4
27....	18.37.53	*c* 5647 BD — 2	—0. 8,87	— 2.19,4	4:4

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1903.	★	Gr.	Asc. droite moyenne 1903,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1903,0.	Réduction au jour.	Autorités.
			h m s	s	° ′ ″	″	
Juin 22.	*a*	9,1	21.51.51,1	+2,39	—7.11.10	+16,6	BD
25.	*b*	5,7	21.49. 6.50	+2,49	—4.43.52,8	+16,4	Munich$_1$ (29771)
27.	*c*	10,0	21.46.48,79	+2,56	—2.10.35,8	+16,1	Rapportée à *d*
27.	*d*	9,4	21.47.12,92	»	—2.10. 7,7	»	Munich$_1$ (29706)

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1903.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s			
Juin 22....	12.27.54	21.51.55,8	$\bar{1},484_n$	— 7°. 2′.38″	0,848
22....	12.35.46	21.51.55,4	$\bar{1},471_n$	— 7. 2.53	0,849
25....	11.39.36	21.49.14,44	$\bar{1},527_n$	— 4.31.31,7	0,835
25....	11.46.50	21.49.14,08	$\bar{1},519_n$	— 4.31.13,6	0,836
27....	12. 6.43	21.46.43,17	$\bar{1},479_n$	— 2.13.15,6	0,831
27....	12.12.31	21.46.42,89	$\bar{1},465_n$	— 2.12.56,9	0,831
27....	12.18.12	21.46.42,48	$\bar{1},456_n$	— 2.12.39,1	0,831

» Le 27 juin, l'étoile *c* a été rapportée micrométriquement à l'étoile *d* et l'on a obtenu, par 4:4 comparaisons :

$$p = 85^\circ,56, \qquad d = 6'.2'',7, \qquad \Delta\text{Æ}\,(c-d) = -\,0^m.24^s,13, \qquad \Delta\text{Ꝺ}\,(c-d) = -\,0'.28'',1.$$

» *Remarques.* — 1903 juin 22, 18h38m t. sid. — La comète est une nébulosité assez brillante dont on ne peut que soupçonner la queue. C'est une masse vaguement arrondie, de 2′ de diamètre; elle est plus brillante au centre, où se trouve une condensation demi-diffuse, demi-stellaire, de 5″ environ de diamètre et qui ressort assez bien. Horizon assez brumeux.

» Juin 25, à 18h5m t. sid. — Comète assez brillante, vaguement arrondie et de 2′ de diamètre, sans queue notablement accusée, sans doute parce que l'horizon est brumeux. Au centre se trouve un noyau assez brillant, un peu stellaire et de 6″ à 8″ de diamètre, qui ressort assez bien.

» Juin 27 à 18h40m t. sid. — Comète brillante, formée principalement par un noyau demi-diffus, demi-stellaire, de grandeur 8 environ et de 4″ à 5″ de diamètre; il est entouré de nébulosité très diffuse, relativement beaucoup plus faible que le noyau, et qui est plus développée dans la direction moyenne de 274°.

» Juin 28. — Comète brillante, même dans le petit chercheur, qui n'a que 57mm d'ouverture utile. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Borrelly* (21 juin, 1903) *faites à l'Observatoire d'Alger, à l'équatorial coudé de* 0m,318, par MM. **Rambaud** et **Sy**; présentées par M. Lœwy.

Dates. 1903.	Étoiles.	Temps moyen d'Alger.	ΔÆ.	ΔᏊ.	Nombre de comparaisons.
		h m s	m s		
Juin 22....	*a*	12. 9. 9	+ 0.47,33	+ 5′.57″,3	14:10
22....	*a*	12.35. 0	+ 0.46,40	+ 6.51,9	15:10
23....	*b*	11.32.56	+ 0.20,11	— 6.57,7	12:12
23....	*b*	11.50. 5	+ 0.19,53	— 6.16,6	12:12
25....	*c*	11.58.23	— 0.43,97	+ 9.35,3	12: 8
25....	*c*	12. 9.18	— 0.44,60	+10. 2,2	12: 8

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1903,0.

Étoiles.	Asc. droite moyenne.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne.	Réduction au jour.		Autorités.
	h m s	s	° ′ ″	″		
a..	21.51. 7,05	+2,40	−7.26.25,6	+16,6	½	Munich, t. I, n° 29854 + Radcliffe, n° 5906
b..	21.50.48,00	+2,43	−6.22.27,2	+16,5		Munich, t. I, n° 29837
c..	21.49.55,59	+2,49	−4.40.40,8	+16,4		Munich, t. I, n° 29807

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1903.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s		° ′ ″	
Juin 22.....	21.51.56,78	$\bar{1}$,596*n*	−7.20.11,7	0,759
22.....	21.51.55,85	$\bar{1}$,558*n*	−7.19.17,1	0,765
23.....	21.51.10,54	$\bar{1}$,630*n*	−6.29. 8,4	0,748
23.....	21.51. 9,96	$\bar{1}$,612*n*	−6.28.27,3	0,752
25.....	21.49.14,11	$\bar{1}$,588*n*	−4.30.49,1	0,747
25.....	21.49.13,48	$\bar{1}$,573*n*	−4.30.22,2	0,748

» La comète se présente sous la forme d'une nébulosité arrondie d'environ 3′ d'étendue, avec une queue assez faible dont l'angle de position est de 332°; l'éclat du noyau est comparable à celui d'une étoile de 10e grandeur. »

ASTRONOMIE. — *Observation de la comète Borrelly* [1903 *c*] *faite à l'Observatoire de Paris* (*équatorial de la tour de l'Est*). Note de M. **Salet**, présentée par M. Lœwy.

Dates. 1903.	Étoiles.	Temps moyen de Paris.	ΔR.	ΔD.	Nombre de compar.
		h m s	m s	′ ″	
Juin 22........	1	12.26.26	+0.46,76	+ 6.10,2	6:6
25........	2	12.25.26	+1.28,22	− 2.53,4	6:4
26........	3	12. 2.15	−1.32,93	+ 2.17,3	8:5

Positions moyennes des étoiles pour 1903,0.

Étoiles.	Catalogues.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
1...	$Weisse_1$, 1136 XXI	21.51. 6,96	+2,39	−7.26.28,1	+16,7
2...	Lalande, 42638	21.47.42,25	+2,50	−4.26.57,6	+16,3
3...	$Weisse_1$, 1103 XXI	21.49.34,00	+2,52	−3.27.24,1	+16,2

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1903.	Æ moyenne.	Log. fact. parallaxe.	Ⓓ. moyenne.	Log. fact. parallaxe.
Juin 22........	21.51.56,11	$\bar{1}$,485$_n$	−7.20. 1,2	0,848
25........	21.49.12,97	$\bar{1}$,462$_n$	−4.29.34,7	0,840
26........	21.48. 3,59	$\bar{1}$,491$_n$	−3.24.50,6	0,834

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète* 1903 *c* (*Borrelly*) *faites à l'Observatoire de Besançon avec l'équatorial coudé*. Note de M. **P. Chofardet**, présentée par M. Lœwy.

Dates. 1903.	Étoiles.	Temps moyen de Besançon.	ΔÆ.	ΔⒹ.	Nombre de comparaisons.
Juin 22.....	*a*	13. 8. 1	+0.45,59	+ 7.36,5	6 : 6
22.....	*a*	13.39.32	+0.44,70	+ 8.42,9	12 : 6
24.....	*b*	12.38.52	+0.30,99	+12.40,4	12 : 9
25.....	*c*	13.37.30	+1.25.43	− 0.21,7	12 : 9
25.....	*d*	13.50.49	−0.48,97	+14. 0,4	9 : 6
26.....	*e*	12.55.36	−1.35,05	+ 4. 6,1	12 : 9
27.....	*f*	12.24.20	−0,32,30	− 3.15,2	12 : 9

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1903,0.

Étoiles.	Catalogues.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne.	Réduction au jour.
a.....	Paris 31183	21.51. 6,90	+2,40	−7.26.24,8	+16,7
b.....	Munich$_1$ 29792	21.49.40,94	+2,46	−5.43.30,0	+16,5
c.....	Paris 31086	21.47.41,35	+2,50	−4.26.54,5	+16,3
d.....	Paris 31146	21.49.55,32	+2,49	−4.40.41,5	+16,4
e.....	Paris 31138	21.49.33,62	+2,52	−3.27.19,5	+16,2
f.....	Munich$_1$ 29706	21.47.12,94	+2,56	−2.10. 7,8	+16,0

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1903.	Ascension droite apparente.	Log fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
Juin 22.....	21.51.54,89	$\bar{1}$.423 *n*	−7.18.31,6	0,845
22.....	21.51.54,00	$\bar{1}$.343 *n*	−7.17.25,2	0,849
24.....	21.50.14,39	$\bar{1}$.461 *n*	−5.30.33,1	0,835

Dates. 1903.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s		° ′ ″	
Juin 25.....	21.49. 9,28	$\bar{1}$.302*n*	−4.26.59,9	0,835
25.....	21.49. 8,84	$\bar{1}$.255*n*	−4.26.24,7	0,836
26.....	21.48. 1,09	$\bar{1}$.404*n*	−3.22.57,2	0,828
27.....	21.46.43,20	$\bar{1}$.458*n*	−2.13. 7,0	0,821

» *Remarques.* — Les observations du 22 sont contrariées par des nuages. Le 24, la comète de 10e grandeur a un noyau vif et une chevelure diffuse mesurant à peu près 3′; une queue vague se voit vers le SW. Le 27, la comète est de 9e grandeur, mais le noyau est moins brillant. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Borrelly (21 juin 1903) faites à l'équatorial Brunner* (0^m,16) *de l'Observatoire de Lyon,* par MM. **J. Guillaume** et **G. Le Cadet**. Note présentée par M. Lœwy.

Dates. 1903.	Étoiles.	Temps sidéral de Lyon.	✶ — ★. Δα.	Δδ.	Nombre de comparaisons.	Observateurs.
		h m s	m s	′ ″		
Juin 23....	*a*	19.44.38	+0.15,56	−2.24,2	16:20	JG
23....	*b*	20.44.31	+0. 1,47	−5.12,8	16:20	GLC
25....	*c*	19.25.37	−0. 4,50	+5.41,3	16:20	JG
25....	*d*	20. 6. 1	+1.24,42	+0.32,0	12:16	GLC
26....	*e*	19.27. 5	+0.13,85	+4. 2,2	16:20	JG
26....	*e*	20.21.49	+0.10,92	+6.38,0	16:20	»

Positions des étoiles de comparaison.

Étoiles.	Gr.	Asc. droite moyenne 1903,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1903,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
a BD — 6°,5865...	9,3	21.50.47,95	+2,43	−6.22.20,3	+16,5	Wien K. Zones.
b BD — 6°,5867...	7,3	21.51. 0,03	+2,43	−6.17.20,1	+16,5	Wien K. Zones.
c Anonyme.......	10,5	21.49.12,38	+2,49	−4.33.44,0	+16,4	Rap. à BD — 4°,5568.
BD — 4°,5568...	5,7	21.49. 6,40	»	−4.43.52,1	»	Dublin, n° 997.
d BD — 4°,5564...	7,2	21.47.41,52	+2,50	−4.26.53,8	+16,3	Yarnall-Frisby, n° 9839.
e BD — 3°,5319...	9,5	21.47.43,34	+2,53	−3.26.13,7	+16,2	Rap. à BD — 3°,5316.
BD — 3°,5316...	8	21.47.18,60	»	−3.37.46,9	»	Sj., 8887.

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1903.	Temps moyen de Paris.	α app.	Log. fact. parallaxe.	δ app.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s			
Juin 23....	13.30.44	21.51. 5,94	$9,336_n$	−6°.24′.28″,0	0,833
23....	14.30.27	21.51. 3,93	$9,073_n$	−6.22.16,4	0,838
25....	13. 3.54	21.49.10,37	$9,383_n$	−4.27.46,3	0,822
25....	13.44.11	21.49. 8,44	$9,253_n$	−4.26. 5,5	0,825
26....	13. 1.26	21.47.59,72	$9,378_n$	−3.21.55,3	0,819
26....	13.56. 1	21.47.56,79	$9,181_n$	−3.19.19,5	0,821

» *Remarques.* — Les observations ont été faites au micromètre bifilaire avec fils brillants et un grossissement de 100.

» Le 23, cirrus, images affaiblies.

» Le 25, cirrus très gênants; la comparaison de l'étoile *c* est très difficile.

» La deuxième observation, faite par passages, est gênée par les cirrus et par le fait de l'aspect planétaire du noyau dont la durée de passage est d'environ 1^s.

» Le 26, au chercheur, la comète a l'éclat d'une étoile de 7e grandeur. A la lunette, elle présente une nébulosité bleuâtre de 3′ à 4′ avec condensation qui entoure un noyau planétaire de l'éclat d'une étoile de grandeur 9,6; queue de 7′ à 8′ dirigée approximativement dans l'angle de 236°. »

PHYSIOLOGIE — *Influence de l'altitude sur la durée de la réduction de l'oxyhémoglobine chez l'homme.* Note de M. A. **Hénocque**, présentée par M. J. Janssen.

« M. Janssen a bien voulu me donner une mission ayant pour but de déterminer l'influence produite sur l'activité des échanges respiratoires interstitiels par des ascensions et le séjour à des altitudes pouvant être utilisées pour une action thérapeutique, par conséquent variant de 1000^m à 2500^m. Le massif du mont Blanc et les montagnes voisines présentent les conditions les plus favorables pour effectuer ces recherches en évitant l'action de la fatigue et du surmenage (voir le *Nota*). J'ai étudié les modifications de la durée de la réduction de l'oxyhémoglobine sur moi-même pendant un séjour de 3 semaines à Chamonix et dans le massif du mont Blanc en particulier, à Bel-Achat (6 jours) et au Brévent (2124^m et 2525^m). J'ai fait des recherches analogues, à titre de contrôle, aux Rochers de Naye (ascension par funiculaire, alt. 2085^m) en Auvergne; au lac Pavin, alt. 1197^m; Col de Diane, alt. 1400^m; enfin, au Puy de Dôme, alt. 1467^m.

» Avant de partir pour Chamonix, j'avais fait sur moi, pendant 2 semaines, des observations presque quotidiennes dont les résultats se résument ainsi : quantité d'oxyhémoglobine, 11,5 à 12 pour 100; durée de la réduction, 40^s à 70^s. En conséquence, l'activité de réduction atteignait 1,10 au lieu de 1 et ne descendait pas au-dessous deo, 85.

» A Chamonix, à 1050^m d'altitude, il y eut d'abord diminution de la durée de la réduction qui s'abaissa à 45^s et 50^s, mais, dès le sixième jour, à la suite d'une ascension de 250^m, la durée de la réduction atteint 60^s et 90^s, et dès lors elle conservera ces chiffres élevés, atteignant 115^s au Montanvert (alt. 1921^m).

» Ce phénomène persista pendant le reste de mon séjour à Chamonix, séjour interrompu par une ascension en funiculaire aux Rochers de Naye (2085^m d'altitude), durée de réduction 105 secondes. Il se maintint durant trois semaines consacrées à des ascensions en Auvergne, à Saint-Nectaire, au col de Diane, lac Pavin (1300^m à 1400^m d'altitude), et enfin au Puy de Dôme. La durée de réduction s'est donc maintenue entre 80 secondes et 100 secondes. Ce n'est que quatre jours après le retour à Paris qu'elle est redescendue à 50 secondes, à peu près comme au départ.

» En résumé, l'effet du séjour à ces altitudes a été nettement caractérisé par une prolongation remarquable de la durée de réduction de l'oxyhémoglobine, qui, pour certaines altitudes, a été portée à plus du double; en d'autres termes, l'activité des échanges respiratoires entre le sang et les tissus est devenue moitié moindre. En même temps la quantité d'oxyhémoglobine a progressivement diminué de 11,5 à 11 et 10 pour 100. Pour contrôler ces observations personnelles j'ai fait les mêmes recherches sur les individus vivant à ces altitudes; les résultats en sont exposés dans le Tableau que je présente à l'Académie :

» Au Châlet de Bel-Achat et au Brevent (2150^m et 2500^m d'altitude), les aubergistes, bergers, muletiers, serviteurs et servantes y demeurant depuis plusieurs mois, ou même plusieurs années, ont présenté des durées de réduction s'élevant de 85 à 105 secondes. Chez une femme de 70 ans, restée 14 ans aux Grands Mulets, et maintenant à Plan-Achat (1600^m d'altitude), la durée était de 90 secondes, avec 12 pour 100 d'oxyhémoglobine. A Bellevue près le col de la Forclaz (1300^m d'altitude), la durée a été de 80 secondes chez un voiturier de 46 ans, un aubergiste de 60 ans et une servante de 20 ans. A Chamonix, deux jeunes gens de 14 et 16 ans, après une série d'ascensions à 2000^m-3000^m et au delà, ont présenté la forte durée de 95 secondes et 105 secondes. Ils avaient 50 secondes à 60 secondes à Paris. Le Dr P. de Chamonix a une durée de 90 secondes avec 11,5 pour 100 d'oxyhémoglobine. Enfin, au Puy de Dôme, dans la famille du gardien qui demeure à l'Observatoire depuis plus de 20 ans, j'ai noté des durées de 85 secondes et 90 secondes pour le père et la mère, puis 80 secondes et 75 secondes chez leurs filles âgées de 17 ans et 4 ans, nées au Puy. M. X., attaché à l'Observatoire, a 10 pour 100 d'oxyhémoglobine et 95 secondes de durée. En résumé, chez ces vingt et un individus, la prolongation de la durée de réduction est la règle, elle oscille entre 80 secondes et 95 secondes; le mini-

mum 75 secondes a été rencontré chez la fillette de 4 ans, le maximum 105 secondes a été observé cinq fois au-dessus de 2000^m.

» Les quantités d'oxyhémoglobine ont été de 13 pour 100 dans 2 cas; 12 pour 100 dans 9 cas; 11 pour 100 dans 4 cas; 10, 5, 10 pour 100 dans 12 cas. Ce sont des quantités faibles pour la moitié des cas, l'anémie commençant à 10 pour 100.

Conclusion. — Le séjour aux altitudes de 1000^m à 2000^m produit une prolongation dans la durée de la réduction de l'oxyhémoglobine; ce phénomène donne une explication nouvelle de l'adaptation de l'organisme humain à ces hauteurs; il faut désormais tenir compte de l'activité d'oxygénation ou capacité respiratoire propre aux tissus, qui est elle-même sous la dépendance de la tension vasculaire des phénomènes osmotiques et de l'action du système nerveux sur la nutrition.

» En définitive, la diminution de l'oxygène de l'air, suite de la diminution de la pression atmosphérique à la montagne, ont pour résultat la diminution de l'activité de réduction, ou activité des échanges entre le sang et les tissus, ainsi que des phénomènes de dénutrition. Il y a économie sur les dépenses. Ces notions présentent une grande importance par leurs applications à l'hygiène et à la thérapeutique. En effet, la diminution de l'activité de réduction, aux altitudes de 1000^m à 2000^m, motive le séjour dans les stations climatériques élevées, lorsque l'activité des échanges étant exagérée au début de la tuberculose, les tuberculeux doivent bénéficier de cette action, en quelque sorte sédative, de la montagne. Mais il importe, dans ce cas, d'en constater et d'en étudier les effets par l'observation méthodique de la richesse du sang en oxyhémoglobine et celle de son activité de réduction.

» *Nota.* — Cette étude est basée sur plus de 300 observations hématospectroscopiques faites suivant ma méthode (*Comptes rendus,* t. CIII, n° 18, 1886, p. 817). La durée de réduction est le temps qui s'écoule à partir de l'application de la ligature du pouce jusqu'à la disparition des bandes caractéristiques de l'oxyhémoglobine, étudiées avec le spectroscope. Elle a été déterminée chez moi, comparativement par la ligature du pouce et par la ligature précédée d'une période d'arrêt volontaire de la respiration durant 15 secondes, de sorte que la durée totale de réduction comprend 15 secondes de réduction dans l'organisme entier, et le reste après la ligature du pouce. Les résultats ont été remarquablement concordants par les deux procédés. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'intégration des séries.* Note de M. **W.-H. Young**, présentée par M. Picard.

« Considérons une série infinie de fonctions continues

$$f'(x) = u'_1(x) + u'_2(x) + \ldots \tag{1}$$

dont la somme est une fonction continue. On distingue, comme l'on sait, deux sortes de points de convergence non-uniforme :

» 1° Les points dans le voisinage desquels $R_n(x)$ peut augmenter au delà de toute limite lorsque x et n varient d'une manière convenable; M. Osgood [1] appelle ces points *points* X;

» 2° Les points dans le voisinage desquels $R_n(x)$ reste inférieur à une limite finie.

» D'ailleurs, lorsque dans un intervalle considéré, il n'y a pas de points X, ou que leur ensemble est dénombrable, on sait [2] que l'on peut intégrer la série terme à terme et obtenir une série dont la somme est égale à $f(x)$ dans l'intervalle considéré.

» Je me propose d'établir ici une propriété nouvelle, relative à l'intégration de ces séries; à savoir :

» *Si l'on intègre terme à terme la série* (1), *et si la série obtenue est égale à l'intégrale du premier membre dans un certain intervalle, les points de cet intervalle où cette dernière série n'est pas uniformément convergente, s'il y en a, se trouvent parmi les points* X *de la série* (1).

» En particulier, *si la série* (1) *n'a pas de points* X, *la série intégrée sera uniformément convergente dans tout l'intervalle.*

» A cet effet, considérons la série obtenue en intégrant terme à terme la série (1), depuis une valeur fixe x_0 comprise dans l'intervalle jusqu'à une valeur x variable dans le même intervalle, et appelons $u_1(x)$, $u_2(x)$, ... les termes de la série obtenue. Cette série pourra s'écrire

$$f(x) = u_1(x) + u_2(x) + \ldots,$$

(1) Voir Osgood, *Am. Journal of Math.*, t. XIX, 1897.

(2) Cependant, dans la démonstration qui suit, nous supposons seulement que la somme $u_1(x) + u_2(x) + \ldots$ est une fonction continue.

ou encore

(2) $$f(x)=\sum_{i=1}^{i=n} u_i(x)+\mathrm{R}_n(x).$$

Supposons, s'il y a lieu, que $x=\xi$ soit un point de convergence non uniforme de la série (2). On peut toujours trouver une série de points $\eta_1, \eta_2, \ldots,$ ayant ξ pour point limite unique et tels que

$$|\mathrm{R}_n(\eta_n)|>\lambda, \qquad n>m_1,$$

λ étant un nombre positif donné suffisamment petit et m_1 un nombre entier positif que l'on peut déterminer.

» D'autre part on a

(3) $$f(\eta_n)-f(\xi)=\sum_{i=1}^{i=n} u_i(\eta_n)-\sum_{i=1}^{i=n} u_i(\xi)+\mathrm{R}_n(\eta_n)-\mathrm{R}_n(\xi).$$

La série (2) étant convergente et la fonction $f(x)$ continue, on a

$$\left.\begin{array}{r}|\mathrm{R}_n(\xi)|<\varepsilon\\ |f(\eta_n)-f(\xi)|<\varepsilon\end{array}\right\} \qquad m\geqq m_2\geqq m_1,$$

ε étant aussi petit que l'on veut. Il en résulte

(4) $$\left|\sum_{i=1}^{n} u_i(\eta_n)-\sum_{i=1}^{i=n} u_i(\xi)\right|>\lambda-2\varepsilon \qquad m\geqq m_2\geqq m_1.$$

D'après le théorème de la moyenne, on peut écrire ensuite

(5) $$\sum_{i=1}^{i=n} u_i(\eta_n)-\sum_{i=1}^{i=n} u_i(\xi)=(\eta_n-\xi)\sum_{i=1}^{i=n} u'_i(\zeta_n),$$

où ζ_n est un certain point situé entre ξ et η_n et qui a donc pour limite unique ξ.

» Il suit de (4) et (5) que l'on peut trouver un nombre entier m' tel que pour $m\geqq m'$

$$\sum_{i=1}^{i=n} u'_i(\zeta_n)>\mathrm{M},$$

M étant un nombre positif donné.

» La série (1) étant convergente et continue, le reste $\mathrm{R}_n(\zeta_n)$ devient

donc aussi grand que l'on veut pour n croissant indéfiniment. En d'autres termes, le point ξ est un point X pour la série (1). C. Q. F. D.

» Remarquons encore qu'il résulte du théorème énoncé plus haut et du théorème de M. Osgood déjà cité, que *si l'on peut intégrer terme à terme la série* (1), *le résultat obtenu étant égal à l'intégrale du premier membre, on pourra intégrer cette série autant de fois que l'on voudra.* »

MÉCANIQUE. — *Sur les lois expérimentales du frottement de glissement.* Note de M. HENRI CHAUMAT, présentée par M. P. Painlevé.

« Soit S un corps solide mobile qui glisse sur un solide fixe Σ. Si les deux corps ne sont pas parfaitement polis, la réaction R exercée par Σ sur S au point de contact P des deux corps est *oblique* sur le plan tangent commun aux deux surfaces : soient N la composante de R normale à S, Φ sa composante tangentielle. On admet, d'après les travaux de Coulomb et de Morin, que Φ est directement opposée à la vitesse de glissement (vitesse de l'élément matériel P de S en contact avec Σ) et proportionnelle à N

$$\Phi = fN,$$

f désignant une constante qui ne dépend que de la rugosité des deux surfaces.

» Des expériences plus récentes semblent établir, d'une part, que f dépend, en réalité, de la vitesse v de glissement, et, d'autre part, que f, au lieu d'être constant, croît lentement avec N. Pour une valeur donnée v_0 de v, on aurait donc

$$\Phi \geqq f_0 N \qquad (f_0 > 0,\ \text{constante numérique}), \tag{1}$$

l'inégalité étant égalité pour les petites valeurs de N.

» Mais M. Painlevé a montré qu'une telle loi est en contradiction avec les équations du mouvement d'un solide, au moins dans certains cas réalisables. La contradiction résulte de ce fait que (toutes choses égales d'ailleurs) la rugosité plus ou moins grande des surfaces en contact modifie instantanément, non seulement la composante tangentielle Φ de la réaction, *mais encore la composante normale* N (sauf dans des cas très particuliers qui sont précisément ceux où se sont toujours placés les expérimentateurs).

» Je me suis proposé de reprendre, à ce point de vue, l'étude expéri-

mentale du frottement de glissement. Je me suis limité exclusivement au frottement *à sec* (ou *immédiat*) de deux solides qui, seul, semble se prêter à des mesures vraiment précises [1]. Si l'on réfléchit au rôle de plus en plus grand que jouent dans la Mécanique générale (Thermodynamique, Chimie physique, etc.) ces forces retardatrices, analogues au frottement, qu'on introduit pour concilier la théorie et la réalité, peut-être trouvera-t-on quelque utilité à une étude approfondie de ce genre de forces dans le cas le plus net et le plus simple, le frottement direct de deux solides.

» Pour expliquer l'objet de mes expériences, il me faut entrer dans quelques détails théoriques. Limitons-nous, pour plus de clarté, au cas où le solide S est un disque plan qui glisse, dans un plan fixe, sur un autre disque plan immobile Σ. Par hypothèse S peut quitter Σ d'un certain côté : supposons que, à l'instant t, S glisse sur Σ, et soit P le point matériel de S en contact avec Σ, v sa vitesse (vitesse de glissement, tangente à Σ); soit Pt la demi-tangente commune à S et Σ menée dans le sens de v, soit Pn la demi-normale commune menée de Σ vers S (du côté, par conséquent, où S peut quitter Σ). Soient λ, μ les coordonnées du centre de gravité G de S par rapport aux axes Pt, Pn et ω la rotation instantanée de S à l'instant t (comptée positivement dans le sens tPn). Soient ρ et ρ_1 les rayons de courbure en P de S et de Σ, précédés du signe $+$ ou $-$ suivant qu'ils sont dirigés selon Pn ou en sens contraire.

» Enfin, soient L et (F) le couple et la force appliquée en G auxquels on peut réduire les forces *données* appliquées à S; soient F_t, F_n les composantes de F suivant Pt, Pn, et soient M la masse de S, MK^2 son moment d'inertie autour de G. Posons

$$Q = \lambda L - K^2 F_n - MK^2\left[\omega^2\left(\mu + \frac{\rho\rho_1}{\rho_1 - \rho}\right) + \frac{v}{\rho_1 - \rho}(v - 2\rho_1\omega)\right].$$

» Si la quantité Q, bien déterminée à l'instant t, est négative, S quitte Σ. Si, au contraire, Q est positif, S reste en contact avec Σ; quand les deux disques sont parfaitement polis, la réaction R_1 est normale à S et, à l'instant t.

(1) L'étude du frottement *médiat*, dont l'intérêt est plus grand au point de vue industriel, soulève des difficultés très diverses (influence de la couche liquide, de son épaisseur, de son homogénéité, etc.). C'est la quasi-impossibilité d'opérer dans des conditions vraiment définies et comparables qui explique, je crois, les divergences des résultats expérimentaux concernant le frottement médiat.

égale à $\frac{Q}{K^2+\lambda^2}$; si les disques sont rugueux, on a, dans tous les cas, la relation

$$(2) \qquad N + \frac{\lambda\mu}{K^2+\lambda^2}\Phi = \frac{Q}{K^2+\lambda^2} = R_1.$$

» On voit que N ne coïncide avec R_1 que quand λ ou μ est nul ([1]). Sous une autre forme ($\lambda\mu$ étant $\neq 0$), si l'on injecte entre les deux disques, au point de contact P, une goutte d'huile qui annule sensiblement le frottement, la réaction N change brusquement de valeur. De plus, remarquons que le coefficient $\frac{\lambda\mu}{\lambda^2+K^2}$ change de signe quand on renverse le sens de toutes les vitesses; il est donc loisible de supposer, à l'instant t, ce coefficient négatif : si, en valeur absolue, il est supérieur à $\frac{1}{f_0}$ (f_0, coefficient de Coulomb), la loi de Coulomb est inadmissible, ainsi d'ailleurs que l'inégalité (1). Ajoutons enfin que l'égalité (2) suppose seulement les disques S et Σ sensiblement indéformables.

» On peut réaliser des systèmes S (en bois ou en métal) qui contredisent sûrement la loi de Coulomb : il suffit que $\frac{K''+\lambda^2}{\lambda\mu}$ soit $< f_0$ (f_0 coefficient de frottement vulgaire de bois sur bois ou de métal sur métal). Il faut pour cela *allonger* le disque S et lui ajouter une masse très dense à une de ses extrémités; on n'est limité que par les conditions de rigidité du système. Toutefois un tel appareil, outre qu'il serait coûteux, serait d'une observation très malaisée. Mais, puisque, dans des *cas extrêmes*, la loi de Coulomb est très éloignée de la vérité, il est certain que dans les cas *intermédiaires* cette loi doit être modifiée.

» Les expériences que j'ai poursuivies se résument schématiquement ainsi : un disque circulaire pesant mais *décentré* (j'entends, dont le centre géométrique n'est pas le centre de gravité) glisse sur une droite horizontale ou inclinée. Pour enregistrer le mouvement du disque, j'ai employé les méthodes et les instruments de chronophotographie de M. le Professeur Marey qui semblent pouvoir rendre à la Mécanique tant de services.

» Sans entrer ici dans la discussion des expériences, je signalerai ce résultat, indépendant de toute interprétation : *Toutes choses égales d'ail-*

([1]) Si S est un disque circulaire dont G est le centre, λ est nul et $N = R_1$.

leurs, le rapport $\frac{\Phi}{N}$ *diminue quand on décentre le disque;* autrement dit, pour la même rugosité des surfaces en contact, la même vitesse de glissement et la même réaction normale N, Φ diminue quand on accentue le décentrement du disque, c'est-à-dire quand $|N - R_1|$ augmente, R_1 désignant la réaction qui s'exercerait (dans les mêmes conditions) si les deux surfaces en contact étaient parfaitement polies. »

PHYSIQUE. — *L'électro-typographe et le télé-typographe.* Note de M. DE TAVERNIER, présentée par M. d'Arsonval.

« L'électro-typographe est une machine qui fabrique la composition typographique en caractères mobiles, fondus au fur et à mesure, et disposés en lignes justifiées à $0^{mm},1$ près. Cette fabrication individuelle des caractères assure leur netteté et la régularité de leur hauteur, conditions essentielles d'une bonne impression, en même temps qu'elle rend les correction faciles.

» Comme dans toute machine à composer, la première partie du travail consiste dans la reproduction du manuscrit par le jeu des doigts sur un clavier, mais ici on a fait du clavier un appareil distinct de la machine à fondre les caractères, parce que le travail du premier a lieu avec une vitesse variable, dépendant de l'opérateur et des difficultés du manuscrit, tandis que la seconde doit fonctionner avec une vitesse aussi uniforme que possible.

» L'organe intermédiaire entre les deux appareils est une bande de papier, dans laquelle le travail du clavier est enregistré par des perforations et qui constitue un cliché pouvant repasser plusieurs fois sur la machine à fondre pour fournir des réimpressions.

» Le clavier est celui d'une machine à écrire ordinaire; les doigts de l'opérateur n'ont à fournir qu'une pression très légère pour opérer l'enclenchement du mécanisme dépendant de chaque touche avec un organe d'entraînement mû mécaniquement.

» En même temps que la bande enregistreuse reçoit ses perforations, la machine à écrire fournit une copie qui joue le rôle très précieux d'une épreuve de correction disponible avant qu'on ait fondu les caractères : grâce à elle, il est possible de réaliser les grosses corrections par coupures et recollages de la bande perforée.

» Pendant que l'opérateur compose une ligne, un compteur enregistre et totalise les épaisseurs de tous les caractères dont on frappe les touches; en même temps, un autre organe additionne les mouvements de la touche des espaces que l'on frappe après chaque mot. A la fin de la ligne, l'appareil a déterminé l'épaisseur exacte des espaces qu'il faudra fondre pour justifier cette ligne. Sa valeur est alors inscrite en perforations sur la bande enregistreuse par la manœuvre machinale d'un simple levier, sans que l'opérateur ait à se préoccuper du résultat ni à en prendre connaissance.

» La bande perforée, transportée sur la machine à fondre, y est déchiffrée par un liseur électrique, dont les indications se transmettent à un traducteur mécanique qui a été inspiré par le combinateur du télégraphe Baudot. La machine à fondre emploie des courants faibles, à peu près analogues à ceux de la télégraphie.

» Le jeu du traducteur a pour but d'aller choisir dans un chariot mobile la matrice qui doit se porter contre un moule dans lequel sera injecté le métal liquide à 300° qui va former le caractère. Grâce à un mécanisme très ingénieux, cette matrice, quittant le chariot mobile, vient s'arrêter contre le moule au moment de la fonte et reprend ensuite sa place dans le chariot, qui ne s'est pas arrêté.

» Les caractères, une fois fondus et refroidis instantanément, sont façonnés par des couteaux qui leur font subir les ébarbages nécessaires, et viennent s'aligner dans un canal. Chaque fois qu'une ligne est complète, elle est entraînée automatiquement dans une galée où elle s'ajoute aux précédentes. Les lignes sont de longueurs égales, c'est-à-dire justifiées, car les espaces entre les mots sont fondus chaque fois avec la dimension préalablement calculée par le compteur de la machine à écrire.

» La machine à fondre produit de 4600 à 5200 caractères à l'heure et la machine à écrire 9000 à 10000 avec un opérateur un peu entraîné.

» L'électro-typographe est complété par l'appareil de télé-typographie qui, pouvant répéter à toutes distances les perforations de la bande enregistreuse, permet de composer le même texte en même temps dans plusieurs villes différentes.

» Cet appareil, qui emploie beaucoup d'organes du télégraphe Baudot, se compose essentiellement :

» 1° Au poste transmetteur, d'un appareil à peu près analogue à celui de la machine à fondre précédemment citée, dans lequel la bande perforée se déroule automatiquement : les courants envoyés dans la ligne sont classés au départ par un distributeur tournant comme dans le Baudot;

» 2° Au poste récepteur, d'un distributeur rotatif pareil au précédent et tournant synchroniquement avec lui grâce au régulateur Baudot : il opère à l'arrivée le triage des courants qu'il envoie aux électro-aimants qui gouvernent le jeu des poinçons d'un perforateur, lequel reproduit la bande du poste transmetteur.

» Avec un seul fil de ligne, cet appareil peut fonctionner en triple, c'est-à-dire perforer en même temps trois bandes différentes et débiter 33000 caractères par heure. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur la théorie des aciers au nickel.* Note de M. Ch.-Ed. Guillaume, présentée par M. Mascart.

« Les aciers au nickel possèdent des propriétés irréversibles ou réversibles, c'est-à-dire douées ou non d'hystérèse thermique, suivant leur teneur en fer et en nickel; cette particularité, qui semble à première vue

constituer un caractère fondamental des deux catégories d'alliages, laisse cependant apparaître, entre leurs propriétés, une évidente analogie, qui ressort nettement de la comparaison suivante :

» Les phénomènes simultanés qui accompagnent le refroidissement graduel sont, dans les aciers au nickel

Irréversibles :	*Réversibles :*
L'apparition du magnétisme avec forte hystérèse thermique;	L'apparition du magnétisme comme fonction bien définie de la température;
L'augmentation irréversible du volume, ou dilatation réelle de l'alliage avec forte hystérèse;	La déviation positive de la courbe normale de contraction, c'est-à-dire une dilatation virtuelle de l'alliage;
La diminution irréversible du module d'élasticité, contraire au phénomène normal;	La diminution réversible du module d'élasticité, contraire au phénomène normal;
Un dégagement irréversible de chaleur.	Pas de phénomènes thermiques irréversibles, phénomènes réversibles probables.

» Dans les deux classes d'alliages, les phénomènes se distinguent donc uniquement par l'hystérèse thermique. On est dès lors fondé à les envisager comme étant de même nature, et à attribuer à l'hystérèse thermique un caractère secondaire, comme l'hystérèse de champ est un caractère accessoire des phénomènes magnétiques dans le fer et les aciers. Or, puisque les phénomènes observés sont de même nature intime, on est tout naturellement conduit à les rattacher à la même cause.

» On sait, d'autre part : 1° que le fer éprouve, vers 890°, une transformation caractérisée au refroidissement par un brusque dégagement de chaleur et une subite dilatation linéaire de $\frac{3}{1000}$ (passage de l'état γ à l'état β); une deuxième transformation, faisant apparaître le ferro-magnétisme, se produit vers 755° (passage de β à α) (H. Le Chatelier, Osmond, P. Curie, etc.); 2° que des additions progressives de nickel au fer abaissent les températures des deux transformations avec une vitesse inégale, et les amènent à se confondre, au refroidissement, pour 4 pour 100 de nickel et, au réchauffement, pour 8 pour 100 de nickel environ (Osmond); 3° que, au-dessus de la transformation supérieure, le fer possède une dilatabilité linéaire égale à $\frac{20}{1000000}$ environ par degré (H. Le Chatelier, Charpy et Grenet), alors qu'aux températures ordinaires sa dilatabilité est de $\frac{11}{1000000}$ seulement.

» Le nickel, de son côté, ne présente qu'une transformation, celle qui

fait apparaître ou disparaître le magnétisme à 340°, sans variation appréciable du volume.

» En rapprochant ces faits de l'anomalie de dilatation des aciers-nickels, on est conduit d'abord à admettre que, dans les alliages irréversibles, tout se passe comme si, par le fait de la présence du nickel, le fer pouvait être amené jusqu'au seuil de la transformation faisant apparaître le magnétisme, en conservant toutes les propriétés de l'état γ, l'état α étant alors atteint par une transformation en faux équilibre.

» Les relations quantitatives que l'idée de cette transformation permet de prévoir sont conservées; en effet, si l'on extrapole jusqu'à 0° la courbe de dilatation du fer à l'état γ, on trouve qu'elle passe à 8^{mm} par mètre au-dessous du point réellement observé. Or, d'une part, la dilatabilité linéaire d'un alliage de fer avec 25 pour 100 de nickel, non magnétique aux températures ordinaires, est égale à $\frac{18}{1000000}$ par degré; d'autre part, la transformation à température basse allonge de 6^{mm} une barre de 1^{m}, sa dilatabilité étant alors de $\frac{10}{1000000}$ à $\frac{11}{1000000}$.

» Le changement de longueur dans la transformation satisfait donc à la loi des mélanges, le fer, dans l'alliage en question, étant dilué de $\frac{1}{4}$. La dilatation, qui satisfait à la même loi avant la transformation, semble légèrement en défaut après la transformation, parce qu'elle n'était pas complète dans les échantillons étudiés, une très faible partie du fer étant encore susceptible d'éprouver la transformation réversible; mais la dilatation devient normale et répond absolument à la loi des mélanges pour une plus forte teneur en fer, relevant la température du début de la transformation, qui est alors complète aux températures ordinaires.

» Les analogies établies plus haut suffiraient déjà pour permettre d'affirmer que les anomalies des alliages réversibles sont dues également aux transformations du fer, dont l'état actuel, dans l'alliage, est une fonction bien définie de la température, au petit résidu près révélé par les déformations passagères des aciers-nickels, bien distinctes, dans leur nature comme dans leur cause, des changements observés dans les métaux soumis à une déformation mécanique préalable, ainsi que je l'ai antérieurement démontré.

» Mais on peut trouver d'autres preuves de l'identité de cause des anomalies dans les deux catégories d'alliages.

» J'ai décrit récemment l'allure de la dilatation d'une barre contenant 30,4 pour 100 de nickel, susceptible de subir d'abord une partie de la

transformation sous la forme réversible, puis éprouvant la transformation irréversible à une température très basse. Par cette dernière, la dilatation de la barre se trouvait relevée; le fer, définitivement transformé, n'était plus susceptible alors d'éprouver les changements réversibles abaissant la dilatation de l'alliage.

» On démontre facilement enfin que, dans les alliages réversibles, les relations quantitatives sont conservées comme dans les irréversibles; il suffit pour cela de prolonger par-dessus la région des anomalies les courbes de dilatation établies en dehors de cette région et de mesurer leur distance verticale. Au degré de certitude des expériences faites jusqu'ici, cette distance correspond à la variation de volume du fer contenu dans l'alliage, dans sa transformation de l'état γ à l'état α et inversement.

» Nous pouvons donc admettre que les alliages réversibles d'acier au nickel sont constitués par des solutions réciproques du nickel avec le fer, tendant à se mettre dans l'état d'équilibre défini par des proportions de fer α et γ correspondant à chaque température. »

OPTIQUE. — *Sur le dichroïsme spontané des liqueurs mixtes.* Note de M. **Georges Meslin**, présentée par M. Mascart.

« Parmi les groupements de liquides et de solides cristallins qui produisent dans le champ magnétique un dichroïsme sensible (¹), c'est-à-dire qui polarisent partiellement la lumière, il y en a qui présentent cette propriété à un haut degré; indépendamment de ceux dont je parlerai plus loin, je citerai le liquide mixte formé par l'association de l'alcool amylique et du chlorate de potasse; cette liqueur modifie la composante perpendiculaire au champ plus énergiquement que la composante parallèle (d. négatif) et son acuité est telle que la proportion de lumière polarisée peut être considérable; dans une de mes expériences, elle atteignait 90 pour 100; une telle cuve constitue alors un véritable polariseur, et l'on peut mettre ce fait en évidence par une expérience simple : on introduit en arrière de cette cuve une des lames de gypse que l'on emploie pour montrer les phénomènes de polarisation chromatique (étoile, papillon, etc.) et, en la regardant à travers un nicol, on constate que les dessins colorés apparaissent dès qu'on excite le champ; ils persistent même quand on supprime

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 1060 et 1438.

le courant parce que l'orientation des lamelles cristallines subsiste quelques instants, comme je l'ai précédemment indiqué.

» L'activité de certaines liqueurs m'a fait penser qu'on pourrait avoir un dichroïsme sensible avec des champs magnétiques beaucoup plus faibles; par exemple, avec ceux qu'on obtiendrait sans électro-aimants, avec de simples barreaux d'acier aimanté. Il en est effectivement ainsi; si bien qu'en approchant et en éloignant de tels barreaux, on polarise plus ou moins la lumière et l'on voit apparaître et disparaître les colorations dans le polariscope employé.

» Pour juger de la sensibilité de cette action, j'ai éloigné graduellement les barreaux aimantés de façon à diminuer l'intensité du champ magnétique et j'ai constaté non sans étonnement que la liqueur continuait à polariser la lumière, alors que les aimants étaient placés à plusieurs mètres de l'appareil, et même lorsqu'on les enlevait tout à fait de la pièce où l'on opérait; la composante verticale continuait à subir une modification plus importante que la composante horizontale.

» Il n'a pas semblé que le champ magnétique terrestre pût être considéré comme la cause du phénomène (et d'ailleurs on peut s'en assurer par des expériences faites dans différentes directions horizontales) et j'ai cherché quelle était l'action qui pût se manifester différemment suivant l'horizontale et la verticale pour produire ce *dichroïsme spontané*. Je crois pouvoir l'attribuer au champ de la pesanteur qui intervient pour orienter les lamelles tenues en suspension dans le liquide.

» *A priori* on reconnaît que sous l'influence de la pesanteur et aussi sous l'influence des forces moléculaires telles que la capillarité, le frottement, la viscosité, etc., les lamelles pourront soit tomber verticalement (c'est le cas des lamelles plongeantes) soit descendre sans qu'aucune des droites du plan de la lame soit verticale (c'est le cas des lamelles planantes). Dans le premier cas où toutes les lamelles sont parallèles à la verticale, on aura le dichroïsme négatif si le solide est plus réfringent que le liquide; dans le second cas on reconnaît, par des considérations analogues à celles que j'ai développées antérieurement, que les lamelles parallèles au champ seront seules efficaces pour produire le dichroïsme positif; le changement de l'ordre des réfringences du solide et du liquide entraînera encore le changement de signe du dichroïsme.

» Pour vérifier cette hypothèse, relative à l'action de la pesanteur, j'ai envoyé de bas en haut un rayon lumineux qui traversait la cuve verticalement; dans ces conditions, les vibrations lumineuses s'effectuent dans un plan horizontal, c'est-à-dire perpendiculairement à la verticale et les lamelles qui, dans les deux cas, sont orientées symétriquement par rapport à la verticale, agissent de la même façon sur les deux composantes et ne produisent alors aucune polarisation du faisceau.

» Le champ magnétique pourra enfin modifier ce dichroïsme spontané en le renforçant, en le diminuant ou même en changeant son signe. Le renforcement se produira, par exemple, dans le cas des lamelles à la fois planantes (parallèles aux différentes horizontales) et paramagnétiques, puisque le champ, orientant les lamelles parallèlement à sa direction, augmentera le nombre des lamelles efficaces; l'inversion se manifestera, en particulier, pour les lamelles à la fois plongeantes et paramagné-

tiques, puisque par l'action du champ horizontal elles cesseront d'être parallèles à la verticale et deviendront parallèles à l'horizontale. En tournant le commutateur, on fera donc basculer ces lamelles et l'on observera la permutation des teintes des différentes plages du polariscope; la rupture du courant les abandonnera ensuite et elles tomberont en reproduisant la première disposition de couleurs.

» Cette apparence curieuse se manifeste entre autres avec l'acide borique en suspension dans l'essence de térébenthine.

» Tous les autres cas de renforcement, d'affaiblissement ou d'inversion se présentent également et j'ai groupé les principaux dans le Tableau suivant :

		Signe du dichroïsme	
		spontané.	magnétique.
	Carbonate de potasse et pétrole	+	+
	» et alcool amylique	+	+
	Chlorate de potasse et alcool amylique	—	—
	» et alcool butylique	—	—
	» et phénol	+ (faible)	+
	Oxalate de potasse et phénol	+ (faible)	+
Inversion.	Acide borique et amylène	—	+
Inversion.	» et pétrole	+	—
Inversion.	» et chloroforme	+	—
Inversion.	» et essence de térébenthine	+	—
Inversion.	» et sulfure de carbone	+	—
Inversion.	» et benzine	+	—
Inversion.	» et toluène	+	—
Inversion.	» et xylène	+	—
Inversion.	» et cumène	+	—
Inversion.	» et cinnamène	+	—

» Toutes ces liqueurs qui offrent le dichroïsme spontané sont aussi celles qui, sous l'influence du champ magnétique, sont les plus actives; la réciproque de cette proposition est également vraie et ce Tableau fournit en même temps la liste des groupements les plus énergiques au point de vue magnétique; cette circonstance tient à ce que les conditions que je signalais antérieurement comme nécessaires à la production du dichroïsme (forme, densité, indice, etc.) y sont réalisées au plus haut degré; il n'y manque plus que l'action directrice et la plus faible dissymétrie produite soit par le magnétisme soit par la pesanteur suffit pour faire apparaître le phénomène. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les phénomènes de l'antenne de la télégraphie sans fils.* Note de MM. **André Broca** et **Turchini**.

« Nous avons pu réaliser un électrodynamomètre pour courants de haute fréquence. Il se compose d'une lame d'aluminium de 30^{μ} d'épaisseur, de 1^{cm} de large, et de 80^{cm} de long, encastrée verticalement à son extrémité supérieure, et horizontalement à sa partie inférieure. L'appareil est réglé de manière que la lame ait une longue partie, à peu près verticale. De part et d'autre de celle-ci sont deux lames fixes, de 1^{cm} de large, réunies par une de leurs extrémités. Le courant passe dans les deux lames fixes en sens inverse, puis dans la lame mobile, qui est alors déviée. On lit cette déviation au microscope. L'appareil est étalonnable en courant continu moyennant une précaution; la lame mobile est en effet déviée par le champ magnétique terrestre; pour avoir la valeur de la déviation électrodynamométrique, il suffit d'opérer par inversion du courant dans les lames fixes. On a ainsi le double de la déviation électrodynamométrique prise à partir du zéro déplacé par l'action terrestre.

» Les lames sont placées dans un conducteur creux mis en communication avec un de leurs points seulement. Cet appareil nous a permis d'étudier avec précision la variation de la résistance des métaux en fonction de la fréquence au moyen de circuits de décharge de condensateurs. Nous donnerons ultérieurement ces résultats. Réciproquement la comparaison de l'échauffement d'un fil de cuivre de $0^{mm},6$ de diamètre, placé dans un calorimètre, à la déviation de l'électrodynamomètre nous permet de mesurer avec précision la fréquence d'un courant quand elle est comprise dans les limites de son étalonnage.

» Nous avons alors placé ces deux appareils en série sur le trajet d'une antenne, et nous allons indiquer aujourd'hui les résultats déjà obtenus. Nous n'affirmerons pas la parfaite exactitude de nos nombres, mais la nature des phénomènes est indiscutable, et nous comptons nous occuper d'avoir des nombres plus exacts.

» Pour éliminer l'effet des variations de l'intensité du courant le long de l'antenne, on laisse immobiles les connexions des deux appareils entre eux, et l'on inverse les communications de l'ensemble avec l'antenne d'une part et l'étincelle de l'autre; on voit alors que les indications des deux instruments varient en sens inverse; les moyennes de leurs indications correspondent aux indications qu'ils auraient respectivement s'ils étaient placés simultanément au point moyen. Nous avons vérifié d'ailleurs que cette approximation était permise en déplaçant l'électrodynamomètre le long de l'antenne. La loi de la variation du courant est d'allure simple, mais nous

n'avons pu encore en déterminer soigneusement assez de points pour en donner la forme mathématique.

» L'antenne est formée par un câble à lumière de 5^{mm} de diamètre, isolé à la gutta, suspendu dans le laboratoire. Nous avons vérifié que sa période d'oscillation était peu dépendante de sa situation par rapport aux murs ou au sol. Nous avons ainsi obtenu les chiffres suivants :

Antenne de 90^{m}	600000 à la seconde
» 56^{m}	1000000 »

» Pour les antennes plus courtes, nous avons eu des résultats paradoxaux dus peut-être à ce que nos appareils eux-mêmes faussent les phénomènes.

» L'antenne de 90^{m} donne une longueur d'onde de 500^{m}, alors que, par la théorie admise, on en attend une de 360. L'antenne de 56^{m} donne une longueur d'onde de 300^{m} au lieu de 240^{m} attendus. Cela tient probablement à l'existence de la perturbation aux extrémités, bien connue dans les phénomènes de Hertz. Ces résultats sont indépendants de la longueur d'étincelle.

» Dans ces expériences, l'électrodynamomètre présente des déviations dissymétriques par rapport au zéro quand on inverse le courant dans les lames fixes. *Le point moyen ne change pas soit en changeant ses connexions avec l'antenne, soit en changeant la polarité de celle-ci, ou en changeant le sens du courant dans la lame mobile.*

» Cette dissymétrie n'est donc due ni à une action électrodynamique, ni à une action électromagnétique; elle est due à la différence de potentiel de marche entre les lames fixes et le point de la lame mobile sur lequel elles agissent; en effet, à cause de la dissymétrie inévitable de l'appareil, celui-ci fonctionne comme électromètre idiostatique. Nous avons vérifié le fait et étalonné l'appareil fonctionnant dans ces conditions au moyen d'un transformateur à 170 volts; nous avons alors pu comparer la valeur de cet effet pour des décharges de même fréquence et de même intensité, c'est-à-dire donnant respectivement les mêmes déviations à l'électrodynamomètre et au calorimètre. Dans ces conditions, nous avons vu que pour une intensité efficace de 0,7 ampère et une fréquence de 1200000 environ, la différence de potentiel de marche le long du fil de cuivre de $1^{m},60$ de long et de 2^{mm} de diamètre qui établit les connexions entre les lames de l'électrodynamomètre était de 150 volts environ pour le circuit de décharge du condensateur, de 400 volts environ pour l'antenne.

» Nous avons ensuite vérifié la loi suivante :

» *Malgré la variation considérable du courant le long de l'antenne, cette différence de potentiel est sensiblement constante tout le long de l'antenne; donc la répartition des potentiels le long de l'antenne est sensiblement linéaire*, au moins sur les trois quarts de l'antenne.

» Dans le cas de décharge de condensateur, les lois ordinaires de l'induction lente sont applicables, la force électrique est tangentielle comme le montre le fait que les circuits ne se couvrent jamais d'aigrettes et celui que les périodes calculées par la formule de Thomson sont exactes ; au contraire, dans le cas de vibrations excitées dans un fil, il y a des nœuds et des ventres d'intensité et de potentiel, la force électrique est normale au conducteur, comme l'a montré Gutton, comme on le voit par l'expérience simple de la formation des aigrettes. Dans ces conditions, il y a aussi un rayonnement considérable d'énergie. L'énergie correspondant à la différence de potentiel que nous venons de définir est certainement l'origine de ce rayonnement, on peut appeler celle-ci *force électromotrice de rayonnement*. Elle dépend de l'intensité du courant suivant une loi complexe que nous étudions en ce moment. »

ÉLECTRICITÉ. — *Cohésion diélectrique des gaz et température.* Note de M. E. Bouty, présentée par M. Lippmann.

« Pour étudier la variation de la cohésion diélectrique des gaz avec la température, j'ai employé une étuve électrique dans laquelle sont contenus le condensateur et le ballon à gaz raréfié placé entre ses plateaux.

» 1. Le robinet du ballon étant fermé et, par conséquent, la masse de gaz contenue dans l'appareil étant constante, on trouve que, aux pressions supérieures à quelques millimètres de mercure, le champ critique demeure invariable pour toute température inférieure à 190°. Voici quelques exemples :

Air.

Pression à 17° .... $4^{cm},220$

Température.	Champ critique en volts par centimètre.	Excès sur la moyenne.
20°,5	2074	+2
20,5	2071	−1
63,5	2062	−10
81,0	2088	+16
127,5	2012	−30
144,5	2082	+10
164,5	2050	−22
167,5	2047	−25
Moyenne...	2072	

Hydrogène.

Pression à 17°.......... 7cm,103

Température.	Champ critique en volts par centimètre.	Excès sur la moyenne.
18°,5	1815	+ 6
18,5	1802	— 7
64,0	1805	— 4
117,5	1821	+12
159,5	1806	— 3
Moyenne...	1809	

Mélange d'oxygène et d'hydrogène (43,6 pour 100 d'hydrogène).

Pression à 17°.......... 7cm,649

Température.	Champ critique en volts par centimètre.	Excès sur la moyenne.
45°,5	2379	—21
61,5	2381	—19
161,5	2429	+29
187,5	2412	+12
Moyenne...	2400	

» De l'ensemble de toutes les mesures il résulte que la variation, si elle existe, ne peut certainement dépasser $\frac{1}{100}$ entre la température ordinaire et 190°. Ce résultat s'applique, non seulement à l'air, à l'hydrogène, à l'acide carbonique, mais même aux mélanges gazeux tels que ceux d'hydrogène et d'acide carbonique ou d'hydrogène et d'oxygène pour lesquels la cohésion diélectrique, mesurée à la température ordinaire (1), est très sensiblement inférieure à la moyenne des cohésions diélectriques des gaz mêlés.

» Ainsi l'on arrive à cette loi remarquable que *la cohésion diélectrique d'un gaz ou d'un mélange de gaz ne dépend que de la distance moyenne des molécules,* tant que la molécule ou les groupements moléculaires ne sont pas altérés. A volume constant, la cohésion diélectrique est indépendante

(1) Voir *Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 669.

de la température. A pression constante, elle varie en raison inverse de la température absolue.

» 2. On sait qu'à basse pression la différence de potentiel critique est la somme de deux termes dont l'un, indépendant de l'épaisseur de la masse gazeuse libre, dépend essentiellement de la couche gazeuse adhérente à la paroi, et devient très largement prépondérant aux très basses pressions ([1]). L'élévation de température détruisant partiellement la couche adhérente, doit, d'après les idées que j'ai développées ailleurs ([2]), augmenter cette différence de potentiel et, par conséquent, aussi le champ critique. C'est ce que l'expérience vérifie.

» Les mesures suivantes se rapportent à l'hydrogène :

Pression en centimètres.	Température.	Champ critique.	Rapport au ch. crit. à froid.
0,03612	31°,5	143	»
	182,0	188	1,315
0,00865	19,5	729	»
	194,5	895	1,227

» 3. Les expériences qui précèdent ont été exécutées avec un ballon formé d'un cristal qui m'avait été signalé, par M. Chabaud, pour l'excellence de son isolement.

» Mes expériences antérieures avaient été faites sur des ballons de verre, et j'ai d'abord été gêné par la conductibilité que ce verre acquiert dès une température assez peu élevée. Rappelons que le champ est produit à la faveur d'une étincelle qui jaillit entre des tiges métalliques en relation avec les pôles d'une batterie de petits accumulateurs, et des godets à mercure communiquant avec les plateaux du condensateur. Entre l'instant où l'étincelle commence à jaillir et celui où, les tiges affleurant le mercure des godets, le champ atteint sa valeur maximum, il s'écoule un temps fini. Pendant cet intervalle, le verre livre passage à une certaine quantité d'électricité, appelée, par influence, à circuler à travers sa masse. Les parois du ballon ainsi électrisées en sens contraire du plateau de condensateur le plus voisin, agissent pour diminuer le champ intérieur au ballon. Pour que le champ efficace conserve une valeur invariable, il faut donc que le champ extérieur croisse dans un rapport r. Tant que l'excès de r

---

([1]) Voir *Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 40.
([2]) *Journal de Physique*, 4e série, t. II, p. 401.

sur l'unité ne sera pas trop grand, il demeurera sensiblement proportionnel à la conductibilité du verre et, celle-ci croissant avec la température, suivant une loi très rapide, il en sera de même de $r - 1$. C'est ce que l'expérience m'avait montré tout d'abord.

» La température à partir de laquelle la cohésion diélectrique a paru croître d'une manière appréciable s'est montrée indépendante de la nature du gaz. Elle était de 85° pour le ballon de verre qui m'a servi d'abord, de 135° pour un premier ballon de cristal de mêmes dimensions, enfin de 190° pour le ballon de cristal, de qualité exceptionnelle, auquel se rapportent toutes les mesures rapportées ci-dessus. »

PHYSIQUE. — *Détermination de l'équivalent électrolytique de l'argent.* Note de MM. **Pellat** et **Leduc**, présentée par M. Lippmann.

« Les déterminations les plus récentes de l'équivalent électrolytique de l'argent, dues à MM. Potier et Pellat [1], d'une part, et à MM. Patterson et Guthe [2], d'autre part, avaient conduit à une même valeur : 0,011192 C.G.S. Mais les expériences postérieures de MM. Richards, Collins et Heimrod [3] ont pu faire croire que ce nombre était trop élevé de deux millièmes environ. Il était donc utile de reprendre cette détermination, et nous en avons fait le projet dès 1900 [4].

» Dans ce but, l'un de nous [5] a étudié au préalable l'électrolyse de l'azotate d'argent, examiné les diverses causes qui influent sur la masse du dépôt cathodique, et fixé les conditions dans lesquelles il fallait se placer pour obtenir avec certitude et précision cette constante physique.

» Nous avons ensuite repris la méthode de MM. Potier et Pellat avec les modifications suivantes :

» 1° Le voltamètre a été constitué par une capsule hémisphérique en argent, formant cathode, ayant une surface de 300^{cm^2}. Elle recevait une solution normale d'azo-

(1) Potier et Pellat, *Journal de Physique*, 2e série, t. IX, 1890, p. 381.

(2) *Physical Review*, t. VII, déc. 1898, n° 39.

(3) *Proceeding of the American Academie*, 1899.

(4) A. Leduc, *Rapport présenté au Congrès international de Physique à Paris*, 1900.

(5) A. Leduc, *Comptes rendus*, t. CXXXV, p. 23, 237 et 395. — *Journal de Physique*, 4e série, t. I, p. 561.

tate d'argent, neutre au méthylorange. L'anode était formé d'argent pur, cristallin, provenant d'électrolyses antérieures, contenu dans une sorte d'entonnoir renversé, et séparé du bain par une feuille de papier à filtre entre deux mousselines. La surface anodique était d'eviron 50^{cm^2}, et le courant voisin d'un ampère, de sorte que la densité anodique était voisine de 0,002 C.G.S., ainsi qu'il convient.

» 2° La durée de l'expérience a été de 2 à 3 heures, et la masse d'argent déposée de $8^g,3$ à $12^g,4$. L'influence des diverses causes d'erreur (incertitude sur le commencement et la fin de l'expérience, période variable du courant, erreurs de pesées, lavages, etc.) se trouvait ainsi considérablement réduite.

» 3° Les éléments de Daniell ont été remplacés par des accumulateurs qui ont donné, grâce à un réglage facile, un courant d'une fixité remarquable.

» Le circuit comprenait un rhéostat, un interrupteur et une résistance r de $1^\omega,4$ environ, formée par un fil de constantan nu, plongé dans un bain de pétrole. La différence de potentiel ir aux extrémités de cette résistance était opposée à la force électromotrice d'un élément Latimer-Clark, et l'égalité constatée au moyen d'un électromètre capillaire. L'équilibre était maintenu aisément pendant toute la durée de l'expérience en agissant à peine sur le rhéostat. La période de réglage, au début, ne durait qu'une fraction de minute, et encore le courant avait-il à peu près son intensité définitive pendant cette période.

» Pour connaître en valeur absolue l'intensité du courant, nous avons déterminé la force électromotrice du Latimer-Clark. A cet effet, on a substitué au voltamètre, dans le dispositif précédent, l'électrodynamomètre absolu imaginé par l'un de nous ([1]), et l'on a opposé le même Latimer-Clark à la différence de potentiel IR produite aux extrémités d'une deuxième résistance R de $4^\omega,8$ environ, constituée exactement comme la première. L'intensite I du courant qni donne lieu à l'équilibre est ainsi voisine de 0,3 ampère.

» On avait donc, en désignant par E_1 et E_2 les valeurs de la force électromotrice de ce même élément aux températures t_1 et t_2, peu différentes, d'ailleurs, des deux expériences :

$$ir = E_1, \qquad IR = E_2, \qquad \text{d'où} \qquad i = I\frac{R}{r}\frac{E_1}{E_2}.$$

» Le coefficient de variation de E avec la température fut déterminé avec soin et trouvé égal à $-0,000845$. Le rapport $\frac{R}{r}$ des résistances fut

([1]) H. Pellat, *Comptes rendus*, t. CIII, 1886, p. 1189. — *Journal de Physique*, 2e série, t. VI, 1887, p. 175.

fourni par la moyenne d'un grand nombre de déterminations bien concordantes faites avant et après la série d'expériences, en tenant compte des erreurs de la boîte de résistances. Les coefficients de variation avec la température de R et de *r* furent trouvés très faibles (0,0000309 et 0,0000064).

» Le temps a été mesuré au moyen d'un excellent chronomètre de Winnerl, comparé à l'horloge astronomique de la Sorbonne.

» Enfin, toutes les pesées ont été corrigées de la poussée de l'air et les poids étalonnés par rapport à un gramme dont la valeur a été déterminée au Bureau international des Poids et Mesures.

» Trois électrolyses ont été faites ainsi, précédées et suivies de déterminations du Latimer-Clark. En voici les résultats :

Date.	Masse d'argent déposée (M).	Quantité d'électricité en unités C.G.S. (m).	Équivalent électrolytique $\left(\frac{M}{m}\right)$.
18 mars......	g 10,2879	919,16	0,011193
1er avril......	8,2663	738,37	0,011195
11 mai......	12,3970	1107,28	0,011196

» Ces expériences sont, comme on le voit, très concordantes. Leur moyenne donne pour l'équivalent électrolytique de l'argent le nombre 0,011195. Eu égard à leur durée et surtout à leur régularité, il conviendrait de leur attribuer des poids croissants de la première à la dernière, ce qui élèverait légèrement la moyenne, mais ne modifierait pas le dernier chiffre conservé.

» Quant à l'erreur systématique totale, elle ne paraît pas pouvoir dépasser un $\frac{1}{2}$ millième.

Nous considérons donc comme certain que la masse d'argent déposée par un coulomb dans les conditions fixées plus haut est comprise entre $1^{mg},119$ et $1^{mg},120$, conformément aux résultats rappelés au début de cette Note.

» *Appendice.* — La comparaison de la résistance R avec un ohm mercuriel, placé dans la glace fondante, a permis de déduire des déterminations précédentes la valeur absolue de la force électromotrice du Latimer-Clark employé : nous avons trouvé $1^{volt},4334$ à 15°. Un autre élément tout semblable et construit en même temps (janvier 1900), aussi par la maison Carpentier, a donné par comparaison à la même température $1^{volt},4337$. Enfin deux éléments Weston ont donné respectivement $1^{volt},0169$ et $1^{volt},0181$. Ces valeurs sont exprimées en volt international, dérivant de l'ohm international et de l'ohm théorique. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Sur le transport électrolytique de certains ions dans la gélatine.* Note de M. Aug. Charpentier, présentée par M. d'Arsonval.

» Les très intéressantes expériences de M. J. Perrin sur l'osmose électrique m'ont suggéré l'explication d'un fait singulier, que j'avais constaté depuis longtemps en étudiant l'action du courant sur la vitesse de diffusion de solutions diverses sur la gélatine.

» Des gouttes d'électrolytes, en solutions plus ou moins concentrées, déposées sur une couche de gélatine à 10 pour 100 environ, diffusent régulièrement et peuvent donner lieu à des phénomènes variés, dont quelques-uns ont été décrits par M. S. Leduc. L'action d'un courant continu est intéressante à étudier sur ces gouttes, en déplaçant les ions positifs et négatifs avec des vitesses inégales, dans des sens opposés *et suivant la direction des lignes de force,* de sorte que, par leurs traces, généralement faciles à apprécier à la surface de la gélatine, on peut acquérir des données précises, et *sur la forme du champ* et *sur la vitesse des ions.* L'ordre de grandeur des vitesses relatives des ions, ainsi appréciées, concorde en général assez bien avec les résultats connus de Kohlrausch et autres sur la conductibilité des solutions aqueuses. Mais ce n'est pas toujours le cas, et l'ion chromique notamment (acide chromique, bichromate de potasse, etc.) se déplace sur la gélatine avec une vitesse de beaucoup supérieure à celle qui lui est attribuée dans les solutions aqueuses; cette vitesse est telle qu'on la rapprocherait des ions H et OH. Cette anomalie très remarquable s'expliquerait si, au phénomène de conduction électrolytique, s'ajoutait une osmose électrique de même sens. Or, c'est ce que j'ai constaté en déterminant le sens dans lequel une solution faible d'acide chromique est transportée en masse à travers une cloison de gélatine par un courant électrique. Ce transport a lieu *en sens inverse du courant,* c'est-à-dire du pôle négatif au pôle positif, et avec une grande intensité. Il est à remarquer, au contraire, que l'osmose électrique de la même solution à travers une cloison argileuse (bougie Chamberland), a lieu dans le sens le plus commun, c'est-à-dire du positif au négatif.

» On voit que l'importance des faits étudiés par M. Perrin s'étend, comme il l'a d'ailleurs signalé, aux cloisons colloïdales de nature organique, chaque cloison se comportant d'une façon particulière vis-à-vis d'une solution donnée. On peut en conclure que des actions de cet ordre, loin d'être négligeables, comme on le croyait, dans l'électrolyse des tissus vivants, doivent y prendre une part essentielle, qu'il y aurait grand intérêt à déterminer dans les différents cas particuliers. »

ÉLECTRICITÉ. — *Production de l'ozone par les spirales à haute tension et haute fréquence.* Note de M. **H. Guilleminot**, présentée par M. d'Arsonval.

« On sait que les résonateurs à haute fréquence donnent lieu à une production abondante d'ozone. Le résonateur en hélice (type Oudin) a été employé à cet effet. Pour cela, il a été enfermé dans une cloche traversée par un courant d'air pur. D'après les expériences de M. Bordier de Lyon et d'autres expérimentateurs, ce mode de production est de beaucoup supérieur à tous les autres. Cet auteur a noté que l'effluvation sombre est beaucoup plus active que les aigrettes lumineuses.

» Il y a donc, autour des résonateurs de haute fréquence, un champ particulièrement favorable à la transformation de l'oxygène en ozone. Ce champ a son maximum d'énergie vers l'extrémité du secondaire, à condition toutefois que l'on se borne à obtenir une effluvation sombre et non des aigrettes lumineuses : voilà ce qui ressort des travaux antérieurs faits sur cette question.

» Je présente ici un ozoneur qui constitue une application particulière des spirales de haute fréquence, résonateurs que j'ai décrits antérieurement. Les avantages de cette forme en spirale sont multiples : 1° elle permet d'utiliser l'influence énorme des résonateurs les uns sur les autres pour augmenter le champ; 2° elle permet d'obtenir entre deux résonateurs une grande surface d'effluvation sombre; 3° elle donne lieu à une série de modalités dans la génération de l'effluve utile à la production de l'ozone.

» *Disposition des spirales pour la production de l'ozone.* — Je me sers pour cela de spirales constituées par un fil de cuivre enroulé en spirale dans un seul plan de telle sorte que ce fil fasse 15 à 20 spires, le pas de l'enroulement étant progressivement croissant du centre vers la périphérie, comme je l'ai indiqué dans une Note antérieure (1). Ces spires sont fixées sur des rayons de corde. Cette forme de circuit, employée déjà dans un autre but par Riess, Hertz, Tesla, etc. se prête particulièrement à la genèse des phénomènes d'influence.

» J'ai montré que l'effluvation produite par une spirale passive, sans connexion, placée devant une spirale active excitée par sa spire extérieure, est toute différente suivant le sens de l'enroulement : lorsque les spirales sont enroulées en sens contraire, tout se passe comme si les extrémités centrales des spirales étaient, à chaque moment

---

(1) *Arch. d'Élect. médicale;* 1900.

donné, à des potentiels égaux et de signe contraire, c'est-à-dire comme si l'effluvation de la spirale passive était de signe + quand l'effluvation de la spirale active est de signe —, et inversement; le changement de signe se produisant d'ailleurs un nombre considérable de fois par seconde, puisque la période de l'oscillation, quoique très élevée en raison de la grande capacité de nos condensateurs, est encore de l'ordre du $\frac{1}{1000000}$ de seconde. Lorsque, au contraire, le sens de l'enroulement est le même, le signe des pôles, à chaque moment donné, est le même.

» J'ai, en outre, répété avec ce résonateur les expériences de couplage dit *bipolaire*, faites antérieurement avec le résonateur en hélice de M. Oudin (expériences Oudin-Rochefort) : quand le courant d'excitation circule en sens contraire [1] dans les deux résonateurs, l'effluvation est bipolaire, comme cela arriverait si l'on coupait la bobine de M. d'Arsonval en son milieu lorsque l'excitation est symétrique et que l'on considère chaque moitié séparément; tandis qu'au contraire elle serait de même signe si, après cette section faite, on changeait les connexions de l'excitation dans l'un des demi-résonateurs. De même avec les spirales, lorsque la direction du courant est ou centripète, ou centrifuge dans les deux résonateurs, l'effluvation est de même signe (homopolaire); elle est de signe contraire si le courant centripète dans l'une est centrifuge dans l'autre.

» La combinaison de ces deux modes de production de la bipolarité et de l'*homopolarité*, si l'on peut employer ce mot pour désigner l'effluvation de même signe, m'a permis d'obtenir des effets d'une intensité particulièrement remarquable pour la génération des effluves utiles en Électrothérapie. Grâce à leur forme, ces résonateurs se prêtent aussi à tous les phénomènes d'autoconduction (montage homopolaire avec 8 à 12 spires à l'excitation). Enfin, en raison même de l'intensité et de l'étendue du champ, ils constituent des générateurs très puissants pour la production de l'ozone : voici comment est monté l'appareil fonctionnant comme ozoneur.

» Deux spirales sont placées face à face parallèlement. Elles sont entourées d'un imperméable souple, formant soufflet sur leur tranche, tandis que les faces extérieures sont munies d'une feuille de verre bloquée dans leur cadre, de manière à former une cage pneumatique dont les faces transparentes permettent de voir du dehors l'état de l'effluvation. On peut d'ailleurs imaginer toutes sortes de dispositifs pour faire une cage pneumatique qui permette de régler l'écartement des spirales, de changer la face de présentation de l'une devant l'autre, de régler la self du primaire. Ce réglage se fait du reste très facilement au moyen d'une self étrangère, mise dans le circuit d'excitation [2]. Une soufflerie amène l'air dans la cage pneumatique par un orifice situé à une extrémité, tandis que l'orifice de sortie se trouve à l'extrémité diamétralement opposée.

---

[1] Le mot *sens du courant* n'a pas d'autre valeur ici que de fixer dans l'esprit la manière dont on établit les connexions : nous disons que le courant va de l'armature positive du condensateur à l'armature négative, pour la commodité de l'explication. En réalité, il est oscillant.

[2] Voir à ce sujet : *Comptes rendus du Congrès d'Électrologie et de Radiologie* (Berne, 1902). Comm. de l'auteur.

» On se trouve ainsi placé dans les meilleures conditions pour que le renouvellement des couches d'air autour des résonateurs soit continu, condition favorable au rendement de tous les ozoneurs de haute fréquence, comme l'a montré M. Bordier. »

PHYSIQUE. — *Plaques positives d'accumulateur, genre Planté, à grande capacité.* Note de M. **Vaugeois**, présentée par M. d'Arsonval.

« Les résultats suivants ont été obtenus sur des plaques positives spéciales, genre Planté, formées par une méthode sur laquelle je me propose de revenir ultérieurement.

Régime du courant de décharge en ampères par décimètre carré.	Capacité en ampères-heure par décimètre carré.	Durée de la décharge en heures.
0,02	1,24	62^h
0,05	1,19	23.48
0,10	1,10	11
0,15	1,03	6.51
0,20	0,96	4.48
0,25	0,89	3.53
0,30	0,82	2.44
0,35	0,74	2. 7

» Ces capacités peuvent être obtenues industriellement avec une grande précision. Elles ne compromettent pas la solidité mécanique des électrodes.

» Elles ont été réalisées sur des plaques présentant 35^{dm^2} de surface active par kilogramme. »

MÉDECINE. — *Sur les nouveaux résultats obtenus dans le traitement de l'hypertension artérielle par la d'Arsonvalisation.* Note de M. **A. Moutier**, présentée par M. d'Arsonval.

« Dans des travaux antérieurs (1), nous avons déjà montré comment on pouvait combattre l'hypertension artérielle par la d'Arsonvalisation ou

(1) A. Moutier, *Traitement de l'hypertension artérielle par la d'Arsonvalisation*

autoconduction; mais, ayant depuis quelque temps modifié notre instrumentation, nous obtenons actuellement des résultats bien meilleurs.

» Autrefois, nous nous servions d'une bobine d'induction donnant $0^{m},25$ d'étincelle munie d'un trembleur rapide, puis d'un trembleur rotatif d'Arsonval-Gaiffe, en communication avec une source d'électricité de 16 volts fournie par huit accumulateurs, la bobine étant reliée à un condensateur plan d'Arsonval, lui-même en communication avec le grand sélénoïde à spires rapprochées (cage sans porte *à fil continu*). Actuellement, nous nous servons de la même bobine et d'un interrupteur reliés au secteur de la ville par un rhéostat, d'un condensateur à pétrole de d'Arsonval et du même solénoïde *à fil continu*.

» Au début, le résultat n'était pas immédiat : nous n'obtenions pas, par une seule séance de d'Arsonvalisation, une chute de la pression artérielle, le résultat était éloigné, l'abaissement de la pression artérielle s'obtenait progressivement. Puis, dans un certain nombre de cas, soignés dès le début de la maladie, nous avons observé après une seule séance un abaissement de pression de 1^{cm} à 2^{cm} de mercure.

» Actuellement, avec notre nouvelle instrumentation, nous avons un rendement bien plus considérable et des résultats bien plus manifestes, parce qu'ils peuvent être mesurés au sphygmomètre. Presque toujours nous observons chez les hypertendus un abaissement de la pression artérielle, après une séance d'autoconduction. Avec ou même sans contact avec l'un des pôles, l'abaissement de la pression varie avec le degré de l'hypertension; en général il est de 1^{cm} à 2^{cm} de mercure; au début du traitement, nous avons assez souvent pu observer des abaissements de 3^{cm} à 5^{cm} de mercure.

» Or, il faut signaler que, si ce mode d'électrisation détermine un abaissement de la pression artérielle chez un hypertendu, il n'en est pas de même chez un sujet ayant une tension normale; dans ce dernier cas, on ne constate aucun changement ou tout au moins des changements insignifiants dans la pression artérielle.

» La durée du traitement est variable suivant la cause de l'hypertension, suivant l'état du malade, suivant que celui-ci est atteint ou non de lésions organiques, et aussi suivant son hygiène et suivant son alimentation.

» S'il s'agit d'un malade atteint de neurosthénie, c'est-à-dire d'un malade atteint d'artériosclérose au début, dans la période préartérielle, *sine materia*, on peut obtenir la guérison en 6 semaines environ, en faisant chaque semaine trois séances d'une durée moyenne de 20 à 30 minutes, si le malade observe en même temps une hygiène convenable et se soumet à une alimentation appropriée; dans ces conditions, nous avons des malades dont la guérison persiste depuis plusieurs années.

» Quand, au contraire, ces malades se livrent à des écarts de régime, on constate une nouvelle crise d'hypertension artérielle qu'il faudra soigner à nouveau.

(*Bullet. et Mém. de la Société médico-chirurgicale de Paris*, décembre 1899). — A. MOUTIER, *Résultats thérapeutiques de la d'Arsonvalisation ou autoconduction* (Com. au *IIe Congrès international d'Électrologie et de Radiologie médicales*. Berne, 1902).

» Si le malade est atteint d'artériosclérose confirmée, avec des lésions soit du côté de l'appareil circulatoire, soit du côté du foie ou des reins, il est certain que la d'Arsonvalisation restera le plus souvent sans effet sur la lésion elle-même, mais on constatera toujours une amélioration plus ou moins marquée dans les symptômes; quelquefois même nous avons pu observer une rétrocession plus ou moins grande de la lésion, et nous avons pu, dans un petit nombre de cas, arriver à la guérison de la lésion.

» Le plus souvent il y a lieu de renouveler la cure électrique à une date plus ou moins rapprochée. Il faudra toujours surveiller l'état de la pression artérielle; celle-ci donne toutes les indications à ce sujet.

» Si nous rappelons un travail antérieur ([1]) que nous avons eu l'honneur de soumettre à l'Académie, nous voyons que la haute fréquence, suivant son mode d'emploi, nous donne le moyen de régulariser la pression artérielle dans tous les cas, de la relever chez les hypotendus et de l'abaisser chez les hypertendus. »

OPTIQUE. — *Nouveau procédé pour mettre en évidence les objets ultra-microscopiques.* Note de MM. **A. Cotton** et **H. Mouton**, présentée par M. Violle ([2]).

» I. Les objets étudiés jusqu'ici par les micrographes ont des dimensions qui restent toujours supérieures à une limite, qui est de l'ordre de un quart de longueur d'onde. La théorie des phénomènes de diffraction explique l'existence de cette limite; elle montre, en effet, que, même avec les meilleurs instruments, il serait illusoire de chercher à *étudier* des objets plus petits, c'est-à-dire à voir leurs formes et leurs détails. Mais il se trouve que cette théorie montre aussi que l'on pourrait *constater l'existence* de ces objets, s'ils émettaient assez de lumière par eux-mêmes. De même que nous voyons sans difficulté les étoiles dont le diamètre apparent est inférieur au pouvoir séparateur des plus grands télescopes, ces objets très petits nous apparaîtraient comme des points brillants élargis par la diffraction.

» Dans un Mémoire récent, Siedentopf et Zsigmondy (*Drudes Ann.*, t. X, 1903) ont montré que l'on peut effectivement appliquer cette remarque et ont précisé les conditions essentielles à remplir : il faut, d'une part, éclairer très vivement le milieu à étudier, par un faisceau qui est dif-

---

([1]) A. Moutier, *Sur l'action des courants de haute fréquence au point de vue de la tension artérielle* (*Comptes rendus*, t. CXXV, 1897, p. 339).

([2]) Cette Note a été présentée à l'Académie dans la séance du 22 juin.

fracté par les particules qu'il renferme; mais aucun des rayons de ce faisceau ne doit pénétrer dans le microscope, de sorte que l'on doit observer sur fond obscur. Il faut, d'autre part, que les particules en question ne soient pas trop nombreuses.

» Pour remplir ces deux conditions, ces physiciens emploient un appareil d'une installation un peu compliquée, dont le but est de faire pénétrer latéralement dans le milieu à étudier, limité par une face plane, un faisceau très bien délimité et très étroit. Ils ont appliqué leur procédé à l'étude des verres colorés par de très petites particules d'or, et ont entrepris aussi l'examen de solutions colloïdales métalliques.

» II. Nous avons répété sur des échantillons de verres d'or l'expérience fondamentale du travail précédent. Mais nous avons été conduits à réaliser ensuite un dispositif différent, d'une installation plus commode, qui permet de faire et d'examiner rapidement un grand nombre de préparations, sans s'écarter beaucoup de la technique ordinaire.

» Supposons qu'il s'agisse, comme c'est le cas le plus fréquent pour les bactériologistes, d'étudier un liquide. Une gouttelette de ce liquide est emprisonnée, comme d'habitude, entre une lame et un couvre-objet. Mais la lame est placée sur un bloc de verre de forme convenable, avec interposition d'un liquide de même indice. Un faisceau de lumière, traversant le bloc, vient converger dans le liquide à étudier au-dessous de l'objectif : l'incidence des rayons qui le composent est telle que, après avoir traversé le liquide, ils subissent la réflexion totale sur la surface supérieure du couvre-objet et sont rejetés vers le bas dans l'intérieur du liquide. De cette façon, la première des deux conditions indiquées plus haut est remplie. On réalise la seconde par un choix convenable de la dilution du liquide et de son épaisseur.

» Notre procédé présente cet avantage, qu'on peut éclairer plus vivement les objets étudiés en utilisant mieux la source dont on dispose : au lieu d'employer le Soleil ou l'arc électrique, comme l'ont fait les physiciens allemands, nous avons pu le plus souvent employer le filament d'une lampe Nernst. L'aspect du champ microscopique, quand tous les points brillants correspondant aux corpuscules éclairés sont bien au point, ressemble tout à fait à celui d'une lunette astronomique braquée sur le ciel. Un fort grossissement n'est pas nécessaire quand les points brillants ne sont pas trop nombreux, ce qu'il est toujours possible d'obtenir quand on étudie un liquide. C'est surtout pour recueillir plus de lumière qu'il est utile, dans le cas de très petits corpuscules, d'employer un fort objectif à sec de grande ouverture numérique. On comprendra sans peine pourquoi notre dispositif ne permet pas l'emploi des objectifs à immersion.

» III. Nous avons déjà examiné par ce procédé un assez grand nombre de liquides, où l'on aperçoit, dans beaucoup de cas, de très nombreuses particules qui sont tout à fait invisibles au moyen de l'éclairage ordinaire par transparence. Notre appareil permet, en effet, de substituer rapidement cet éclairage à l'autre, sans que l'on ait à toucher à la préparation dont on observe la même région avec la même mise au point. Les mouvements browniens sont, en général, très nets; cependant, dans certains cas, les particules viennent adhérer aux surfaces solides voisines.

» Nous citerons, comme fournissant de bons *test-objets*, les deux exemples suivants : 1° On sait que l'examen des cultures du microbe de la *péripneumonie des bovidés* ne permet d'apercevoir que des granulations indistinctes. Au contraire, une culture vivante nous a montré à l'examen un grand nombre de points brillants, animés de mouvements qui ne paraissent pas nettement distincts des mouvements browniens. Du bouillon stérile servait de témoin. 2° Nous avons également constaté l'existence d'un très grand nombre de petites particules dans l'émulsion qui sert à la photographie des couleurs par la méthode de M. Lippmann. On peut observer cette émulsion en opérant comme pour un liquide, ou simplement en laissant évaporer une couche déposée sur une lame et observant ensuite sans couvre-objet. Les photographies présentées en même temps que cette Note ont été obtenues dans ces dernières conditions, avec une pellicule assez mince pour donner les couleurs de Newton. Elles ont été faites en lumière monochromatique (raie indigo de l'arc au mercure).

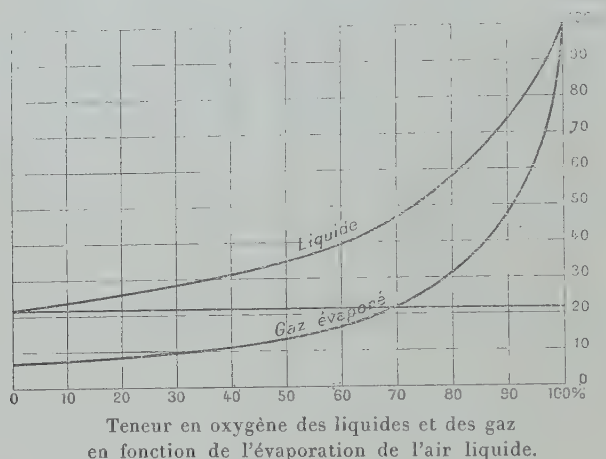
» Nous terminerons en signalant une précaution indispensable, dans l'application de notre procédé : Il est nécessaire de choisir et de nettoyer avec soin les lames et les couvre-objets employés. S'ils sont rayés ou salis, ces défauts des surfaces sont, eux aussi, mis en évidence. En revanche, cela même montre qu'on peut appliquer le dispositif à l'étude des surfaces des verres et des cristaux, des altérations qu'elles subissent et des dépôts qui peuvent s'y produire. »

PHYSIQUE. — *Sur la liquéfaction anticipée de l'oxygène de l'air.* Note de M. **Georges Claude**, présentée par M. d'Arsonval.

« On sait qu'en raison de la différence notable entre les points d'ébullition de ses deux constituants essentiels, l'air liquide se comporte d'une façon remarquable pendant son évaporation : l'azote se gazéifie surtout au

début, tandis que le liquide s'enrichit progressivement en oxygène, au point d'être à la fin de l'évaporation constitué par de l'oxygène pur.

» Ce fait présentant en pratique une importance capitale, puisque c'est sur lui que se basent tous les procédés proposés jusqu'ici pour extraire économiquement l'oxygène de l'air par l'intermédiaire de la liquéfaction, les moindres détails de cette vaporisation ont été consciencieusement étudiés : la figure représente les résultats obtenus par le



Teneur en oxygène des liquides et des gaz
en fonction de l'évaporation de l'air liquide.

professeur Linde, dont les essais ont été sensiblement corroborés par les expériences de Baly et par les miennes propres. Dans cette figure, la courbe supérieure indique la teneur volumétrique en oxygène de l'air liquide en fonction du pour 100 de l'évaporation; la courbe inférieure indique la teneur du gaz évaporé correspondant. L'air liquide étudié est supposé présenter au début de l'évaporation la teneur de l'air atmosphérique, 20,8 pour 100.

» Ces deux courbes résument l'histoire de l'évaporation de l'air et rendent compte de ses diverses particularités d'une façon qui est admise par tous. Il est curieux de remarquer que sur le phénomène inverse, celui de la *condensation* de l'air gazeux, on est très loin d'un aussi complet accord : non seulement ses particularités sont mal connues, mais ses grandes lignes elles-mêmes ont fait l'objet de théories plutôt surprenantes. Si les uns, parmi lesquels Linde, admettent que lors de la liquéfaction les deux éléments de l'air se condensent *simultanément* et en proportion invariable; d'autres, et en particulier Pictet, vont jusqu'à croire que c'est l'*azote* qui se liquéfie le premier; et il est remarquable que, sauf dans un

brevet plutôt théorique de Lesueur, je n'ai jamais vu exprimer cette idée simple que l'oxygène, subsistant le dernier à l'état liquide pendant l'évaporation, doit inversement se condenser de préférence *dans les premières fractions* lorsque de l'air est appelé à se liquéfier progressivement.

» L'élucidation du processus réel des choses présentait un certain intérêt. A côté de l'importance pratique très grande qu'il y aurait à être fixé à cet égard au point de vue de l'extraction de l'oxygène de l'air, on se trouverait, si l'une ou l'autre des deux opinions ci-dessus exprimées se vérifiait, en présence d'une véritable anomalie physique.

» J'ai donc entrepris sur cette question quelques essais dont il sera peut-être intéressant de signaler les résultats à l'Académie.

» Ces essais ont été effectués à l'aide d'un appareil liquéfacteur constitué par un faisceau tubulaire immergé verticalement dans l'air liquide d'un récipient en renfermant de 7^l à 8^l. Le faisceau était relié par sa partie supérieure à une source d'air comprimé à basse pression à travers un échangeur de température préalablement refroidi à —160° par la fabrication d'une certaine quantité d'air liquide. La partie inférieure du faisceau était munie d'un collecteur pourvu d'un robinet d'extraction.

» Une première expérience a consisté à laisser l'air comprimé et froid arrivant dans le faisceau sous des pressions de 2,5 à 3 atmosphères effectives, se liquéfier *intégralement* dans l'appareil et à soutirer lorsque le faisceau était plein de liquide. Cet essai a naturellement fourni un liquide de teneur sensiblement identique à celle de l'atmosphère, soit 23,8 pour 100, par suite d'une légère évaporation au soutirage.

» Une seconde expérience a été effectuée en soutirant l'air liquide au fur et à mesure de sa production et ouvrant assez le robinet pour éliminer en même temps une partie du gaz non liquéfié et éviter ainsi l'accumulation du produit le plus réfractaire. Cet essai, répété trois fois, m'a fourni des liquides très oxygénés titrant respectivement 36, 42 et 48 pour 100 d'oxygène, selon la quantité d'air gazeux soutiré en même temps, cette quantité étant très forte dans le troisième essai.

» L'écart est assez grand pour ne pouvoir être attribué à l'évaporation lors du soutirage, et la limite supérieure de 48 pour 100 est justement celle qu'on pouvait attendre de l'examen des courbes de la figure, supposées applicables au phénomène de la condensation, puisque, d'après ces courbes, à du gaz titrant 20,8 pour 100 correspond du liquide à 47 pour 100.

» Ainsi, mes essais m'ont confirmé dans ma pensée. Comme dans tous les précédents connus, le phénomène de la condensation du mélange gazeux constituant l'air est l'inverse de celui de la vaporisation : si de l'air est appelé à se liquéfier progressivement, les premières parties qui se liquéfient sont les plus riches en oxygène et, en réalité, les courbes de la figure paraissent applicables pour faire prévoir non seulement les particularités de l'évaporation, mais encore celles de la liquéfaction. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Étude du mode d'oxydation des sels de manganèse par les persulfates alcalins en liqueur acide.* Note de M. H. **Baubigny**, présentée par M. Troost.

« Après avoir observé (Note du 2 juin 1903) que le poids de manganèse qui reste dissous après l'action du persulfate augmente avec le titre acide de la liqueur, j'ai cru devoir rechercher la cause de ce fait qui semble en contradiction avec la facilité avec laquelle ce métal donne du MnO^2 dans les même conditions.

» En liqueur neutre, l'oxydation est dénoncée par la formation immédiate d'une teinte brune, qui s'accentue avec l'action de la chaleur et l'on ne peut en tirer aucune indication. En milieu acide, au contraire, la réaction a lieu moins brusquement, surtout si l'on chauffe lentement, et l'on peut constater tout d'abord l'apparition d'une teinte d'un rose pâle, qui rappelle la coloration propre à l'acide permanganique, et elle ne disparaît que pour faire place au précipité brun noir d'oxyde qui, après son dépôt, laisse réapparaître le liquide, souvent encore légèrement rosé. J'ai donc été conduit à étudier l'action de MnO^4K sur une solution acide de $MnSO^4$.

» Si, en liqueur neutre et à froid, il y a précipité dès la première goutte de MnO^4K, ajoutée au sel manganeux, en liqueur acide, la réaction dépend : 1° du titre acide de la solution; 2° de la concentration comme sel de protoxyde et comme permanganate; 3° de la température.

» La présence d'acide libre peut en effet non seulement provoquer un retard dans la séparation de l'oxyde, mais l'empêcher complètement. Ainsi, dans 2^l d'eau renfermant 100^{cm^3} de SO^4H^2 ($d=1,84$) et contenant $0^g,500$ de $MnSO^4$, l'addition de $0^g,040$ de MnO^4K [1] ne donne lieu à aucun précipité à la température ordinaire (18°), même après 48 heures d'attente, tandis qu'il s'en produit un au bout de peu de temps si l'on chauffe au bain-marie, ou si l'on ajoute à froid $0^g,150$ de MnO^4K. De même 100^{cm^3} d'une solution de $MnSO^4$ contenant $0^g,500$ de ce sel et 20^{cm^3} de SO^4H^2 se trouble en moins d'une demi-heure à la température ambiante, malgré sa forte teneur en acide, par l'action de $0^g,350$ de MnO^4K, en donnant du MnO^2, et en quelques heures la plus

---

(1) La solubilité MnO^4K donnée dans divers Ouvrages (1 partie de sel dans 15 parties d'eau à 15°) est trop forte. En opérant la solution à 30° en présence d'un excès de sel et laissant refroidir dans une enceinte à température fixe (16°), pendant 48 heures, j'ai trouvé, pour la solution à 16°, $D=1,0362$ et comme richesse $1^g,9140$ de sel pour $36^g,4988$ de solution, soit 1^g MnO^4K pour $18^g,06$ d'eau, ou $0^g,0542$ de sel par centimètre cube.

grande partie du manganèse s'est séparée de la solution qui a pris alors une teinte pelure d'oignon. En tout cas, qu'il y ait précipité ou non, l'oxydation du sel manganeux, aux dépens de l'acide permanganique, a toujours lieu, car le liquide perd peu à peu sa teinte violette en prenant celle d'un rouge plus pâle propre au sulfate de sesquioxyde, et d'intensité variable suivant les conditions, car la quantité de MnO^4K, qui peut être ajoutée sans production de précipité, est d'autant plus forte que le titre acide de la solution est lui-même plus élevé, la stabilité de $Mn^2(SO^4)^3$, décomposable par l'eau, augmentant avec la richesse en acide libre.

» En outre, quand il y a formation d'un précipité, on obtient toujours et *seulement* du peroxyde MnO^2, ou à très peu près comme le prouve son analyse iodométrique; cela, même si le rapport de poids du permanganate et du sulfate manganeux est inférieur à celui indiqué par l'équation donnée par certains auteurs :



$$8\,MnSO^4 + 2\,MnO^4K + 8\,SO^4H^2 = 5\,[Mn^2(SO^4)^3] + SO^4K^2 + 8\,H^2O,$$

et qui semblerait faire prévoir la précipitation de Mn^2O^3 lors de la décomposition du sulfate formé. C'est que l'excès d'acide décompose le sesquioxyde mis en liberté en sulfate de protoxyde soluble et peroxyde MnO^2 insoluble, qui ne retient que des traces de protoxyde en combinaison.

» A chaud, le phénomène reste le même, sauf que ses diverses phases se succèdent plus rapidement et que la décomposition du sel de sesquioxyde est plus avancée, parce que, pour le même titre acide, la stabilité de ce sel dans l'eau diminue avec l'élévation de température,

» Après cette étude, l'action du persulfate sur les sels de MnO en liqueur *acide* apparaît alors très nettement. Qnand on chauffe le mélange en solution, le persulfate donne naissance à un sel de sesquioxyde, soit directement, soit par action secondaire de l'acide MnO^4H (primitivement formé) sur l'excès de sel manganeux, au fur et à mesure de sa formation; puis ce sel de sesquioxyde par suite de sa décomposition à chaud fournit en présence de l'acide libre le dépôt de MnO^2 suivant la règle indiquée et l'action se continue jusqu'à transformation complète du protoxyde, si l'on a employé la quantité nécessaire de persulfate. On conçoit donc que plus la liqueur sera acide, plus la quantité de manganèse qui restera en solution comme sel de Mn^2O^3 à la fin de la réaction sera elle-même élevée, et de fait, ce n'est que lorsque le titre acide est supérieur à 3 pour 100 de SO^4H^2 (en volume) qu'on a pu constater après la réaction une légère coloration des eaux, tirant sur la nuance pelure d'oignon si on la compare à celle d'une solution de MnO^4H à peu près de même intensité.

» Ce n'est pas là une simple conception théorique, car les résultats de l'expérience sont en accord complet avec le processus indiqué.

» En effet si l'on cherche la quantité de MnO^2 qu'on doit obtenir avec un poids donné de MnO^4K agissant sur un excès de $MnSO^4$, le calcul basé sur l'équation :



$$3\,MnSO^4 + 2\,MnO^4K + 2\,H^2O = 5\,MnO^2 + SO^4K^2 + 2\,SO^4H^2$$

indique que $0^g,001\,MnO^4K$ doit fournir un poids de MnO^2 qui, après calcination, correspond à $0^g,0012\,Mn^3O^4$. Mais en ajoutant $0^g,001\,MnO^4K$ à la solution de $0^g,150\,MnSO^4$ dans 200^{cm^3}, acidulés à $5\frac{1}{2}$ pour 100 de SO^4H^2 (en volume), le dosage du précipité recueilli après avoir chauffé 20 minutes au bain marie, comme dans mes essais au persulfate, ne m'a donné que $0^g,0003\,Mn^3O^4$. L'excédent $0^g,0009$ est donc resté en solution. Or, dans les mêmes conditions de volume et d'acidité, lors de l'emploi du persulfate, j'ai toujours trouvé de $0^g,0007$ à $0^g,0008\,Mn^3O^4$ pour le manganèse resté en solution. Ce résultat établit donc la légitimité des indications théoriques. »

CHIMIE. — *Nouveaux dérivés plombiques : préparation ; étude thermochimique.* Note de M. **Albert Colson**, présentée par M. Georges Lemoine.

« J'ai montré (¹) que l'acétate ordinaire de plomb en solution acétique se transforme en tétracétate $Pb(C^2H^3O^2)^4$ par l'action du chlore sec. J'ai transformé de la même façon en tétrapropionate le propionate de plomb dissous dans l'acide propionique. Les butyrates, au contraire, donnent lieu à des divergences inattendues.

» *Tétra-isobutyrate plombique.* — Le minium se dissout à la température ordinaire dans l'acide isobutyrique ; mais il est impossible de séparer par différence de solubilité le mélange de diisobutyrate et de tétraisobutyrate qui prennent simultanément naissance. Au contraire, ce mélange refroidi par de l'eau glacée et traité par le chlore sec ne tarde pas à déposer du chlorure de plomb avec formation d'une proportion égale de tétrabutyrate ; de sorte que si, au bout de 24 heures, on filtre le liquide et qu'on en évapore les deux tiers dans le vide, la solution restante dépose des cristaux par refroidissement. Ces cristaux essorés répondent à la constitution $Pb(C^4H^7O^2)^4$ d'après leur analyse et leur dédoublement par l'eau. Ils ont la forme d'octaèdres, fondent à 109° sans décomposition et, comme tous les composés de ce genre, se dédoublent par l'eau et par l'alcool en acide plombique et acide gras.

» *Tétrabutyrate normal.* — Quand on renouvelle les opérations précédentes en partant de l'acide butyrique normal $CH^3.CH^2.CH^2.CO^2H$, on constate que la formation du tétrabutyrate est faible. L'oxyde basique PbO prédomine dans le mélange et n'en peut être séparé.

» J'ai alors traité le tétracétate de plomb par dix fois son poids d'acide butyrique rectifié. En opérant au bain-marie et dans le vide, j'ai constaté le départ d'un acide cristallisable vers 15°, dont l'odeur et la capacité de saturation par KOH sont celles de

(¹) *Comptes rendus,* avril 1903, p. 891.

l'acide acétique. Finalement, il ne reste dans le ballon à long col où l'on opère qu'une masse incristallisable présentant la composition du tétrabutyrate cherché.

» *Tétrastéarate.* — De même, 4^{mol} d'acide stéarique chauffées au bain-marie pendant une heure avec 1^{mol} de tétracétate plombique provoquent, sous l'action du vide, un dégagement d'acide acétique cristallisable. Ce mode de préparation est donc analogue au déplacement d'un acide volatil par un acide fixe dans les sels ordinaires :



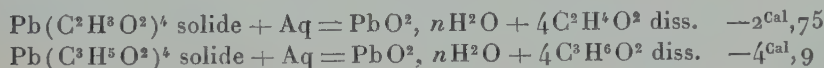
$$Pb(C^2H^3O^2)^4 + 4\,C^{18}H^{35}O^2H = Pb(C^{18}H^{35}O^2)^4 + 4\,C^2H^3O^2H.$$

» On achève la purification du tétrastéarate par une compression énergique, dans du papier filtre, de la masse solide et tiède encore. Le produit obtenu est alors blanc, cristallin, gras au toucher; il fond à 102°-103°. Il se décompose rapidement par l'alcool et les alcalis étendus, mais lentement par l'eau qui ne le mouille pas. Sa composition a été déterminée en le dédoublant par la potasse alcoolique titrée et en mesurant surtout l'acidité qui, pour 1^{mol}, répond à 4 KOH : cette proportion serait notablement dépassée si l'acide acétique n'avait pas été éliminé par la réaction.

» *Tétrapalmitate.* — On obtient de la même façon le tétrapalmitate plombique $Pb(C^{16}H^{31}O^2)^4$ fusible de 88° à 91° et possédant les propriétés caractéristiques de cette classe de corps.

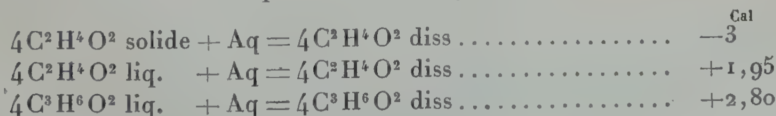
» *En résumé*, la décomposition du tétracétate plombique par les acides fixes est comparable à la décompositon des sels ordinaires et permet de préparer des dérivés plombiques que ne donnent ni l'action du minium due à MM. Hutchinson et Pollard, ni l'action du chlore sur les sels ordinaires indiquées par moi. Il faut seulement opérer dans le vide et ne pas trop élever la température ; sans cela il y a réduction et apparition de sels normaux. Remarquons enfin la différence d'allures du butyrate normal et de l'isobutyrate plombiques vis-à-vis du chlore.

» *Propriétés thermiques.* — Ces composés plombiques, au contact de l'eau, se décomposent avec absorption de chaleur : $11^g,1$ de tétracétate dédoublés par 400^{cm^3} d'eau abaissent la température de 0°,17; dans les mêmes conditions, 5^g de tétrapropionate provoquent un abaissement de 0°12. Ces nombres correspondent aux données suivantes :



$$Pb(C^2H^3O^2)^4 \text{ solide} + Aq = PbO^2,\, nH^2O + 4C^2H^4O^2 \text{ diss.} \quad -2^{Cal},75$$
$$Pb(C^3H^5O^2)^4 \text{ solide} + Aq = PbO^2,\, nH^2O + 4C^3H^6O^2 \text{ diss.} \quad -4^{Cal},9$$

» Dans des conditions identiques de dilution, j'ai trouvé



$$4C^2H^4O^2 \text{ solide} + Aq = 4C^2H^4O^2 \text{ diss} \ldots\ldots \quad -3^{Cal}$$
$$4C^2H^4O^2 \text{ liq.} \quad + Aq = 4C^2H^4O^2 \text{ diss} \ldots\ldots \quad +1,95$$
$$4C^3H^6O^2 \text{ liq.} \quad + Aq = 4C^3H^6O^2 \text{ diss} \ldots\ldots \quad +2,80$$

» Les dédoublements précédents, directs et endothermiques, présentent une particularité : au début de l'opération, la température de l'eau passe par un minimum. Par

exemple, la température initiale 13°,25 tombe de minute en minute à 13°,08 et 13°,05, revient à 13°,07, 13°,09, 13°11, 13°12, puis de 2 en 2 minutes marque 13°,13, 13°,14, 13°,15, etc.

» Il semble que ces corps mixtes se dissolvent d'abord dans l'eau avec un fort abaissement de température et que la dissolution se dédouble ensuite avec dégagement de chaleur. M. Berthelot a signalé des faits de ce genre, en particulier au sujet de l'action de l'eau sur l'anhydride acétique.

» Il est certain que l'acide acétique étendu de son volume d'eau retient en dissolution du tétracétate plombique qui se détruit soit par ébullition, soit par addition d'une grande masse d'eau. Dans ce dernier cas la décomposition est si lente que je n'ai pu faire de mesures thermiques certaines.

» Cela tient peut-être à la nature du bioxyde de plomb qui prend naissance : il n'est pas anhydre ; desséché dans l'air sec, sa composition a varié de $(PbO^2)^4H^2O$ à $(PbO^2)^5H^2O$.

» Pour avoir une idée de l'action dissolvante sur le tétracétate, j'en ai dissous 1g dans 100cm³ d'acide acétique pur. A 21°, l'action est assez rapide et l'abaissement de température atteint — 0°,15, ce qui correspond, en admettant 0°,5 pour la chaleur spécifique de l'acide acétique, à un abaissement moléculaire de 3°,85 ; c'est-à-dire qu'à 21°


$Pb(C^2H^3O^2)^4$ solide + acide acét. liq. = $Pb(C^2H^3O^2)^4$ en sol. acét. — $3^{Cal},85$.

» L'abaissement calorifique relatif à la dissolution dans l'acide acétique d'une molécule de tétracétate (3°,85) est supérieur à l'abaissement produit par l'action destructive de l'eau sur cette molécule (2°,7). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une base organique contenant du phosphore, sa constitution et quelques-uns de ses sels.* Note de M. **P. Lemoult**. (Extrait.)

« La réaction, pourtant très violente, de PCl^5 sur l'aniline bouillante, en vue d'obtenir un dérivé de l'acide phosphorique pentabasique $P(OH)^5$ inconnu, ne va pas jusqu'au terme désiré $P\equiv(AzHC^6H^5)^5$ et s'arrête à la formation d'un composé tétraanilidé, le chlorphosphotétranilide


$$PCl(AzHC^6H^5)^4$$

déjà obtenu par M. Gilpin (*Ann. chem. Journ.*, t. XIX, 1897, p. 352), qui résiste aux tentatives d'anilidation complémentaire. Nous avons trouvé l'explication de ce fait en observant que ce corps n'est pas un chlorure d'acide, mais le chlorhydrate d'une base nouvelle, que nous avons isolée

et dont nous avons obtenu les sels avec HCl, SO^4H^2, AzO^3H et le chloroplatinate; cette base est la trianilidophénylphosphimide.



$$(C^6H^5AzH) \equiv P = AzC^6H^5.$$

» *Chlorhydrate de trianilidophénylphosphimide* ou *Chlorphosphotétranilide* (*de Gilpin*).

» S'obtient en très beaux cristaux quand on prend un grand excès d'aniline et qu'on refroidit lentement; la masse brute lavée à l'eau acide laisse un mélange du corps cherché et de la triphénylphosphamide $PO(AzHC^6H^5)^3$ [formée par l'action de l'eau sur le corps instable $PCl^2(AzHC^6H^5)^3$]; l'alcool froid dissout seulement la triphénylphosphamide. Le rendement en composé monochloré atteint environ le poids de PCl^5 employé; ce produit, difficilement soluble dans l'alcool bouillant d'où il cristallise à froid, est pur, même avant ce dernier traitement.

» *Trianilidophénylphosphimide :* $(C^6H^5AzH)^3 \equiv P = AzC^6H^5$.

» La solution alcoolique bouillante du corps précédent, traitée par KOH alcoolique, ou par un alcoolate, perd 1^{mol} HCl; la réaction très rapide et intégrale peut servir à doser le Cl dans le composé initial (0,9046 a donné 0,3013 d'AgCl, soit 8,24 pour 100 de Cl; $0^g,5$ donne 0,1643 AgCl, soit 8,168 pour 100 de Cl). La solution alcoolique, séparée à chaud du chlorure formé, donne à froid de très belles aiguilles incolores, fondant à 232°, insolubles dans l'eau.

» C'est la base dont le composé initial est le chlorhydrate, car mise en solution alcoolique et traitée par la quantité théorique d'HCl alcoolique, elle donne une liqueur neutre qui dépose à froid de beaux cristaux gros et courts, identiques à ceux qui ont été étudiés ci-dessus (point de fusion, 275°).

» *Sulfate.* — La solution alcoolique du chlorhydrate, additionnée de SO^4H^2 aqueux ($1^{mol} = 2^l$ ou $1^{mol} = 200^{cm^3}$), donne de suite un précipité blanc d'un corps extrêmement peu soluble dans l'alcool bouillant. Cette réaction présente les caractères d'une double décomposition, car le titre acide final équivaut au titre acide de la solution sulfurique employée; il s'est formé HCl en quantité équivalente à celle de SO^4H^2 entraînée dans la précipitation; cette réaction est encore intégrale (0,8088 de chlorhydrate donne 0,27 AgCl, soit 8,25 pour 100 de Cl). Le précipité est du sulfate neutre, fondant à 312°-313°.

» Un précipité identique s'obtient avec la solution alcoolique de la base et le SO^4H^2; le dosage peut d'ailleurs être effectué en déplaçant la base par de la soude et en étendant d'eau, ce qui précipite un produit organique (fondant après cristallisation dans l'alcool à 232°); $1^g,1649$ de sulfate donne 0,3056 de SO^4Ba, soit 3,60 pour 100 de S et 1,0237 de base, au lieu de 1,0367.

» *Bisulfate.* — Si l'on a employé un grand excès d'acide, l'évaporation de l'alcool séparé du précipité de sulfate neutre donne de petits cristaux blancs, qui sont le sulfate acide de la base : 0,4365 de ce corps donne en effet 0,20375 de SO^4Ba, soit S pour 100; 6,418 alors que la formule $SO^4H^2(PAz^4C^{24}H^{23})$ exige 6,45 pour 100.

» *Azotate.* — A une solution alcoolique bouillante de chlorhydrate on ajoute la

quantité théorique de AzO^3Ag; de suite, il se précipite AgCl et la solution reste neutre; le AgCl étant séparé, la liqueur donne à froid quelques beaux cristaux fondant à 240° après concentration; elle dépose de magnifiques aiguilles, de 1^{cm} de longueur, d'azotate (point de fusion, 240°) : $AzO^3H, PAz^4C^{24}H^{23}$ contenant 15,14 pour 100 de Az; théorie : 15,18 pour 100. Ce corps traité par de la soude alcoolique, puis par beaucoup d'eau, lui abandonne du AzO^3Na et laisse un précipité de base fondant à 232°.

» *Chloroplatinate.* — Se forme très facilement en traitant la solution alcoolique du chlorhydrate par une quantité de $PtCl^4$ légèrement inférieure à la quantité théorique; il est constitué par de très beaux cristaux jaunes. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur le dosage volumétrique de l'azote nitrique.* Note de M. **Débourdeaux**, présentée par M. H. Moissan.

« Le dosage volumétrique de l'azote nitrique de Pelouze présente, comme on le sait, de nombreux inconvénients dont les principaux sont l'emploi d'une solution oxydable à l'air, la présence d'acide chlorhydrique et la production de bioxyde d'azote qui oblige à opérer dans un courant d'acide carbonique, d'après la modification due à Frésénius.

» Certains auteurs, entre autres M. Bailhache, ont cherché à éviter l'erreur inhérente à l'emploi de l'acide chlorhydrique en opérant en milieu sulfurique avec le sulfate ferreux. Mais, si l'on n'opère pas dans des conditions définies, il en résulte des erreurs encore plus grandes. Ainsi j'ai constaté : 1° que la dilution empêche la réaction et qu'il faut maintenir constante la teneur en acide sulfurique concentré au quart du volume total sur lequel on opère; 2° qu'il y a, par entraînement, des pertes d'acide azotique avant qu'il ait réagi et que par suite on doit employer un réfrigérant ascendant; 3° que l'acide carbonique nécessaire pour chasser l'air des ballons ne doit qu'efffeurer la surface de la liqueur; l'acide carbonique barbotant dans la liqueur ou produit par addition d'un bicarbonate donnant des pertes d'acide azotique. En évitant ces causes d'erreur, j'ai pu établir un mode opératoire tel que l'on obtient des résultats constants d'une très grande exactitude à moins de $\frac{1}{200}$ près.

» Les nombreuses causes d'erreur déjà signalées, les difficultés pratiques des modes opératoires proposés m'ont amené à chercher une autre méthode de dosage volumétrique des nitrates.

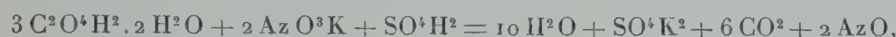
» Le nouveau procédé que je propose présente les avantages suivants : 1° On emploie une liqueur peu altérable au contact de l'air; 2° On reste en milieu sulfurique et les titrages sont très faciles; 3° On évite l'emploi de l'acide carbonique en supprimant le bioxyde d'azote; 4° Le dosage est très rapide; 5° Les résultats obtenus sont d'une très grande exactitude à moins de $\frac{1}{200}$ près.

» Ce procédé repose sur l'action de l'acide nitrique sur l'acide oxalique. La proportion d'acide oxalique détruit est déterminée par un dosage par le permanganate de potasse. Au cours de l'étude que j'ai faite j'ai constaté que :

» 1° L'acide oxalique n'est pas détruit à l'ébullition par une solution renfermant moins de 20^{cm^3} d'acide sulfurique pour 100.

» 2° L'acide azotique, dans ces conditions de dilution, réagit à peine sur une solution d'acide oxalique. Mais l'oxydation peut être régularisée et rendue rapide par l'addition de sulfate de manganèse dont l'action a été signalée par M. Villiers, mon maître, en même temps que M. Bertrand montrait la présence du manganèse dans les ferments oxydants.

» 3° En présence de manganèse avec une liqueur renfermant plus de 20^{cm^3} d'acide sulfurique concentré pour 100, l'acide oxalique est oxydé par l'acide azotique avec production de bioxyde d'azote suivant l'équation



$$3\,C^2O^4H^2.2\,H^2O + 2\,AzO^3K + SO^4H^2 = 10\,H^2O + SO^4K^2 + 6\,CO^2 + 2\,AzO,$$

tandis qu'au-dessous de cette teneur en acide sulfurique l'oxydation se fait avec production de protoxyde d'azote suivant l'équation



$$4\,C^2O^4H^2.2\,H^2O + 2\,AzO^3K + SO^4H^2 = 13\,H^2O + SO^4K^2 + 8\,CO^2 + Az^2O.$$

» 4° Les teneurs en sulfate de manganèse et en acide sulfurique ne sont pas sans importance sur cette dernière réaction et les conditions les plus favorables sont comprises entre 4^g et 6^g de sulfate de manganèse et 11^{cm^3} et 14^{cm^3} d'acide sulfurique concentré pour 100^{cm^3} du volume total sur lequel on opère.

» 5° La réaction se produit à 94° environ et cette température ne doit être atteinte que lentement. On obtient d'excellents résultats, soit en chauffant à feu nu progressivement, si le volume est assez considérable, tel que 150^{cm^3}, 200^{cm^3} ; soit si l'on opère sur un petit volume tel que 50^{cm^3}, en plongeant les ballons dans un bain-marie froid que l'on chauffe jusqu'à l'ébullition.

» 6° Le ballon doit être relié à un réfrigérant ascendant pour éviter les pertes d'acide azotique et la concentration. Cependant on peut supprimer le réfrigérant sans faire une erreur très grande à condition d'opérer au bain-marie.

» Le procédé est applicable en présence des matières qui réduisent le permanganate. Il suffit, dans ce cas, de doser l'acide oxalique par précipitation à l'état d'oxalate de chaux ; le poids de ce dernier après lavage peut être déterminé soit par pesée, soit volumétriquement à l'aide du permanganate de potasse.

» J'ai également étudié l'action de l'acide nitrique sur l'acide oxalique en présence du sulfate de vanadium. Il est intéressant de faire remarquer que l'action oxydante des sels de manganèse est, dans les conditions ordinaires, plus profonde que celle des sels de vanadium qui cependant était seule employée dans les oxydations industrielles. J'ai constaté que cette oxydation produit du bioxyde d'azote, mais la réaction n'est théorique qu'entre certaines teneurs en acide sulfurique et en sulfate de vanadium. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'amidure et l'imidure de silicium.* Note de MM. **Em. Vigouroux** et **Hugot**, présentée par M. H. Moissan.

« *Amidure.* — Ce corps résulte de l'action de l'ammoniac sur le chlorure de silicium à une *température inférieure à* 0°.

» Persoz (1830) (¹) considéra le corps obtenu, dans la réaction précédente, comme un chlorure de silicium ammoniacal $SiCl^4, 6AzH^3$.

» En 1857, Deville, d'une part, et Wöhler (²), d'autre part, préparèrent un produit que la calcination transforma en un corps auquel ils attribuèrent la formule Si^2Az^3.

» Schützemberger (1879) (³) dirigeait du gaz ammoniac sec, jusqu'à saturation, dans un ballon contenant du chlorure de silicium. Il obtenait une masse pulvérulente, de formule complexe, qui donnait avec l'eau un résidu de silice hydratée. Cette substance aurait, d'après lui, contenu du silicium, de l'azote, du chlore et de l'hydrogène; chauffée très longtemps au rouge vif, dans un courant de gaz ammoniac, elle perdrait son chlore et donnerait naissance à un azoture de silicium hydrogéné.

» En 1889, M. Besson (⁴) mesura le volume de gaz ammoniac sec que peut absorber, *à la température ordinaire,* un poids déterminé de chlorure de silicium et arriva aux mêmes conclusions que Persoz.

» Gattermann (1889) (⁵) obtint une poudre blanche qu'il considéra comme un dimidure de silicium $Si(AzH)^2$ ou une silicocyamide $AzSiAzH^2$. Il se contenta de faire cette hypothèse sans la vérifier par l'analyse.

» En 1899, M. Félix Lengfelt (⁶), dans un travail important, fit agir le chlorure de silicium sur le gaz ammoniac, tous deux dissous dans la benzine anhydre, en opérant dans une atmosphère d'hydrogène ou d'azote. Nous discuterons plus loin sa méthode et ses résultats.

» Nous avons repris cette étude en appliquant une méthode qui a servi à l'un de nous dans des travaux antérieurs (⁷) et qui offre de grands avantages; elle permet d'opérer sur des substances exactement pesées et de les suivre, par la balance, dans toutes les transformations qu'elles subissent.

» L'appareil qui nous a servi est un récipient de fer en forme de H. Les deux branches verticales A et B sont munies chacune d'un robinet, et la branche horizontale C, qui établit leur communication, est continuée par un tube étroit, un peu étranglé, et renfermant un tampon de verre filé (⁸).

(¹) Persoz, *Ann. de Ch. et de Phys.*, 2e série, t. XLIV, 1830, p. 315.
(²) Wöhler, *Pogg. Ann.*, t. CII, 1857, p. 317.
(³) Schützemberger, *Comptes rendus,* t. LXXXIX, 1879, p. 644.
(⁴) Besson, *Comptes rendus,* t. CX, 1889, p. 240.
(⁵) Gattermann, *Ber. der chem. Ges.*, t. XXII, 1889, p. 194.
(⁶) Félix Lengfeld, *Ann. chem. Journ.*, juin 1899, p. 531.
(⁷) Hugot, *Ann. de Ch. et de Phys.*, 7e série, t. XXI, 1900, p. 5.
(⁸) Pour la commodité des lavages, on a, dans le cours de ces recherches, modifié un peu la forme de l'appareil.

» Le chlorure de silicium, parfaitement sec, est introduit en A au moyen d'un petit tube qui lui est soudé. Deux pesées effectuées, l'une avant l'autre, après l'amenée du chlorure, font connaître le poids de ce corps. A ce moment, le petit tube est fermé à la lampe.

» Le gaz ammoniac, pur et sec, est ensuite dirigé dans A par l'intermédiaire de son robinet. Comme des expériences préliminaires ont montré que la réaction des deux substances s'effectue avec un dégagement de chaleur énorme, le gaz ammoniac n'est admis à passer qu'avec une lenteur extrême et, de plus, la branche A plonge dans un bain maintenu à une température toujours inférieure à —50°.

» Lorsque tout le chlorure de silicium est transformé, c'est-à-dire lorsqu'une nouvelle introduction de gaz ammoniac dans la branche A ne provoque plus de dégagement de chaleur, on fait liquéfier du gaz ammoniac dans cette partie de l'appareil toujours maintenu à très basse température.

» Le gaz ammoniac baigne ainsi une poudre blanche amorphe, dont le volume est bien plus considérable que le volume primitif du chlorure de silicium. Il est alors décanté, à travers le tampon de coton de verre, dans la branche B refroidie, puis redistillé de B en A. Il abandonne en B, par évaporation, une masse blanche fusible à +7°, très soluble dans le gaz ammoniac liquéfié. Ces filtrations, distillations et lavages successifs sont répétés un très grand nombre de fois. On ne s'arrête que lorsque la quantité de matière qui vient se rassembler en B n'augmente plus de volume.

» Ainsi que le montreront les analyses ultérieures, ce corps fusible à +7°, soluble dans le gaz ammoniac liquide, n'est autre chose que le chlorure d'ammonium ammoniacal $AzH^4Cl, 3AzH^3$ découvert par M. Troost (1).

» Si on laisse dégager le gaz ammoniac de cet appareil en maintenant la branche A à une *température inférieure à* 0°, il reste en A une poudre blanche amorphe et en B du chlorure d'ammonium pur.

» La réaction, dont nous venons de décrire les phases, peut donc se représenter par la formule



$$(a) \qquad SiCl^4 + 8AzH^3 = Si(AzH^2)^4 + 4AzH^4Cl.$$

» Elle n'a lieu, sous cette forme, que si l'on opère au-dessous de 0° et si, à aucun moment, on ne laisse la température s'élever au-dessus de ce point.

» Cet amidure est une poudre blanche, amorphe, stable au-dessous de 0° seulement, complètement insoluble dans le gaz ammoniac liquéfié; l'eau le décompose d'après la formule



$$(b) \qquad Si(AzH^2)^4 + 2H^2O = SiO^2 + 4AzH^3.$$

» *Imidure.* — Il se forme dès que l'amidure est porté au-dessus de 0°; ce dernier perd lentement du gaz ammoniac et laisse un résidu qui est l'imidure $Si(AzH)^2$:



$$(c) \qquad Si(AzH^2)^4 = 2AzH^3 + Si(AzH)^2.$$

» La décomposition est complète à 120°. Dans le vide, elle est un peu plus rapide: on ne recueille plus de gaz au-dessus de 100°.

---

(1) Troost, *Comptes rendus*, t. XCII, p. 715.

» Cet imidure est amorphe et très stable; on n'a pu le décomposer, même en le chauffant dans le vide à la température voisine de la fusion du verre. Enfin, il n'est pas possible de provoquer la réaction inverse, c'est-à-dire de fixer du gaz ammoniac sur l'imidure pour reproduire l'amidure. Avec l'eau, on a



$$(d) \qquad Si(AzH)^2 + 2H^2O = SiO^2 + 2AzH^3.$$

» *Analyse*. — L'augmentation de poids de l'appareil, lorsqu'il ne se dégage plus de valeurs ammoniacales de la branche A, maintenue au-dessous de 0°, indique le poids de gaz ammoniac transformé en chlorure d'ammonium et en amidure de silicium. Le poids du chlorure d'ammonium est donné par les pesées de la branche B. L'amidure de silicium est analysé en déterminant la silice et l'ammoniaque formées dans sa réaction avec l'eau.

» *Conclusions*. — Notre méthode permet de préparer et d'analyser deux corps : l'*amidure* et l'*imidure* de silicium, dans un état complet de pureté (1). C'est la première fois qu'ils ont pu être isolés, tous les essais antérieurs ayant été réalisés à des températures trop élevées, y compris ceux dans lesquels la benzine servait de dissolvant. De plus, l'analyse, effectuée sur les substances engendrées au sein de ce liquide, ne devait porter, en réalité, que sur des mélanges complexes, toujours souillés de chlorure d'ammonium, la benzine utilisée, pour les lavages, ne pouvant entraîner que le gaz ammoniac. Enfin, pour éliminer ce dissolvant, il était nécessaire de pulvériser la matière, dans un mortier, et de la sécher ensuite. Or, pendant toutes ces manipulations, si rapides fussent-elles, l'amidure disparaissait, et par suite de sa décomposition spontanée, et par l'effet de l'humidité de l'air.

» Toutefois, nous reconnaissons que, parmi les nombreuses formules imaginées pour interpréter le phénomène, c'est l'équation (*a*), établie par M. T. Lengfeld, que sont venues vérifier nos multiples expériences.

» Enfin, nos conclusions gagneront en autorité si nous ajoutons que les résultats qui les déterminent sont, en tous points, comparables à ceux auxquels est arrivé M. Joannis (2) en faisant agir l'ammoniac sur le chlorure de bore. »

---

(1) Les premiers essais ont donné un corps contenant toujours du chlore; mais les expériences ultérieures ont montré que cet élément diminuait à mesure que l'on augmentait le nombre des lavages. Cela indiquait la présence du chlorure d'ammonium non entraîné. Or, il est nécessaire de faire remarquer qu'aucun changement de couleur ne prévient de la fin de l'opération. En présence de cette difficulté, on effectua une série d'essais en les faisant porter sur un poids sensiblement constant de chlorure de silicium, et l'on chercha quel volume de gaz liquide était nécessaire pour que le lavage fût complet.

(2) Joannis, *Comptes rendus*, t. CXXXV, 1902, p. 1107.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Combinaisons de l'acide ferrocyanhydrique avec les composés organiques*. Note de MM. CHRÉTIEN et GUINCHANT, présentée par M. A. Ditte.

« Au cours des recherches sur l'acide ferrocyanhydrique, l'un de nous eut l'occasion d'observer que l'acide sec foisonne dans la *vapeur* d'éther, en absorbant un poids d'éther variable avec la température.

» MM. Étard et Bémond ([1]), M. Browning ([2]) ont obtenu une combinaison de 1^{mol} d'acide avec 2^{mol} d'éther, en mettant l'acide anhydre dans l'éther pur et sec. MM. Baeyer et Villiger ([3]) trouvent, au contraire, que l'acide sec prend environ $2^{mol},7$ d'éther, mais ils n'indiquent pas les conditions dans lesquelles ils se sont placés. Toutes ces recherches semblent avoir été faites en mettant l'acide solide dans l'éther liquide; la difficulté de séparer l'excès d'éther suffit amplement à expliquer le désaccord.

» L'absorption directe des vapeurs d'éther par l'acide sec devait fournir une méthode plus précise pour fixer le poids d'éther absorbé.

» Un poids d'acide ferrocyanhydrique compris entre 1^g et 2^g était placé dans un pèse-filtre à côté d'un cristallisoir renfermant de l'éther rectifié sur le sodium. Le tout était recouvert d'une cloche reposant simplement sur une plaque de verre. L'acide gonfle rapidement et en quelques heures son volume apparent est devenu 4 à 5 fois plus grand; après 15 à 20 heures la tare du pèse-filtre reste constante; nous avons constaté qu'elle ne varie pas en prolongeant le contact pendant 14 jours.

» Nous avons dosé l'éther absorbé en décomposant la combinaison par la lessive de soude. Les vapeurs, entraînées par un courant d'oxygène, se desséchaient dans des tubes à potasse et à baryte, puis étaient brûlées dans un appareil ordinaire à combustion organique.

» Nous avons constaté que l'augmentation de poids de l'acide (diminuée du poids de la vapeur d'éther remplissant le pèse-filtre) correspond exactement au poids d'éther dégagé par la soude.

» Le nombre n de molécules d'éther fixées sur 1^{mol} d'acide varie avec la température et, par conséquent, avec la tension maxima de l'éther, qui forme atmosphère; nous avons trouvé :

à 0°	$n = 2,71$	à 16°	$n = 2,45$
à 8°	$n = 2,61$	à 22°	$n = 2,35$

» Le poids d'éther fixé varie à peu près proportionnellement à la température; dans

([1]) *Comptes rendus*, t. XCIX, 1884, p. 972.

([2]) *Trans. chem. Soc.*, t. LXXVII, 1900, p. 1233.

([3]) *Berichte d. deut. chem. Gesel.* (1), 1902, p. 1205.

un intervalle aussi restreint, la variation est aussi proportionnelle à la tension maxima de l'éther.

» Ce fait ne nous permettait pas d'admettre que nous nous trouvions en présence d'un ou de plusieurs composés définis. La portion solide ne pouvait constituer qu'une seule phase à composition variable, par conséquent une dissolution solide dans une combinaison moins riche en éther; nous avons confirmé ce résultat par la mesure des tensions de vapeur.

» Nous avons introduit dans des appareils à dissociation soit de l'éther avec un poids connu d'acide, soit la combinaison toute formée; l'air était balayé par un courant prolongé de vapeur d'éther bouillant sous pression réduite. La tension de vapeur va constamment en décroissant à chaque extraction de gaz et finit par atteindre une valeur très faible, $0^{mm},5$ à 1^{mm}. Les expériences ont été faites entre 10° et 50°; à cette température les gaz extraits commencent à sentir l'acide cyanhydrique, l'odeur cyanée est très vive aux températures supérieures.

» Les produits restant dans les tubes ont été analysés par pesées et dosages alcalimétriques, ils renfermaient encore 2^{mol} d'éther pour 1^{mol} d'acide, ainsi *les combinaisons plus riches en éther ne sont pas des composés définis; elles représentent des dissolutions solides de l'éther dans un produit à* 2^{mol}.

» Quant à ce dernier produit, il a une tension de vapeur, sinon nulle, du moins très faible au-dessous de la température où il commence à se décomposer. M. Browning (*loc. cit.*) a signalé qu'il n'abandonne son éther qu'à 90° dans le vide; à cette température il abandonne aussi les produits de décomposition de l'acide ferrocyanhydrique et toute mesure de tension serait illusoire. Cette stabilité dans le vide semble en opposition avec la facilité avec laquelle le produit perd son éther à l'air. Les expériences suivantes nous ont montré que la présence d'une petite quantité de vapeur d'eau est nécessaire aussi bien pour la formation que pour la décomposition du produit.

» Nous avons placé côte à côte trois cloches renfermant un poids déterminé d'acide et un cristallisoir d'éther. L'une d'elles était simplement posée sur une plaque de verre; l'acide a pris $2^{mol},48$ d'éther à 14°, en 24 heures et le poids n'a pas varié pendant 16 jours.

» La seconde cloche renfermait depuis quelques jours de la chaux vive et reposait sur le fond d'un large cristallisoir contenant du mercure. L'absorption de l'éther a été extrêmement lente; au bout de 24 jours $2^{g},062$ d'acide ont pris $0^{g},519$ d'éther, soit $0^{mol},73$.

» La troisième cloche contenait du sodium et de l'anhydride phosphorique et reposait, comme les précédentes, sur une couche de mercure; l'absorption d'éther fut plus lente encore, après 35 jours $2^{g},044$ d'acide avaient pris $0^{g},091$ d'éther, soit $n = 0,13$.

» Ainsi l'eau joue dans la combinaison une action cyclique ou *catalytique* au sens que H. Ostwald donne à ce terme : elle accélère la vitesse de réaction. Les exemples d'actions analogues sont nombreux : on sait que SO^2 et O (¹), HCl et AzH^3, etc. (²), ne se combinent pas en l'absence de toute trace d'humidité. Dans tous ces cas, la présence d'une quantité d'eau non dosable fait passer la vitesse de réaction d'une valeur pratiquement nulle à une valeur pratiquement infinie; le cas que nous signalons semble particulièrement intéressant, parce que la vitesse de réaction conserve toujours une valeur finie en présence d'une tension de vapeurs d'eau mesurable : il sera possible de rechercher si la loi des masses actives est applicable à ce cas intéressant de catalyse.

» L'eau agit aussi comme catalysateur dans la dissociation de la combinaison en acide ferrocyanhydrique et éther.

» Le produit qui n'a plus de tension sensible dans le vide se décompose très rapidement à l'air. Les combinaisons à plus de 2^{mol} abandonnées sous une cloche en présence d'acide sulfurique pur, perdent en quelques heures l'excès d'éther qu'elles contiennent, en 10 à 12 heures elles arrivent à 2^{mol}. La décomposition ne se produit ensuite que très lentement si la cloche a été parfaitement desséchée par l'anhydride phosphorique. En présence de chaux et d'acide sulfurique, le produit conservait encore $1^{mol},5$ après 20 jours dans le vide; en présence d'anhydride phosphorique et de sodium, 1^{mol} d'acide avait gardé $1^{mol},94$ d'éther après 43 jours.

» Nous concluons de ces recherches *que l'acide ferrocyanhydrique forme avec l'éther une combinaison renfermant* 1^{mol} *d'acide et* 2^{mol} *d'éther; ce composé ne se forme et ne se détruit que sous l'influence d'agents catalytiques tels que la vapeur d'eau; il peut absorber en outre jusqu'à* $0^{mol},71$ *d'éther à* 0° *pour donner une dissolution solide*, dont la concentration varie par conséquent avec la température et avec la tension de la vapeur d'éther qui forme atmosphère.

» L'acide ferrocyanhydrique absorbe de la même façon les vapeurs d'acétone, d'oxyde d'éthylène, d'épichlorhydrine, d'alcool allylique. L'action catalytique de la vapeur d'eau est encore plus grande pour la combinaison avec l'acétone que pour la combinaison avec l'éther. L'alcool allylique donne de très beaux cristaux renfermant 4^{mol} d'alcool. »

(¹) Russel et Smith, *J. chem. Soc. Trans.*, 1900, p. 348.

(²) Voir Van't Hoff, *Leçons de Chimie physique*. Trad. Corvisy, Iʳᵉ Partie, 1898, p. 216.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Préparation des alcools primaires au moyen des acides correspondants.* Note de MM. **L. Bouveault** et **G. Blanc**, présentée par M. A. Haller.

« Si nous exceptons les alcools méthylique, éthylique, propylique, isobutylique et isoamylique que nous fournit la distillation du bois ou la fermentation du glucose, tous les autres alcools primaires de la série grasse sont très difficiles à obtenir. Nous disposons cependant de quatre méthodes synthétiques dont deux, déjà anciennes, dues à Würtz et à Friedel, emploient comme matière première l'acide correspondant à l'alcool cherché, et les deux autres un alcool homologue inférieur.

» La première consiste à réduire une aldéhyde R — CHO au moyen de l'amalgame de sodium; il faut au préalable se procurer l'aldéhyde par calcination avec du formiate de calcium, du sel de calcium, de l'acide $R-CO^2H$. Dans la seconde, on réduit par l'amalgame de sodium ou le couple zinc-cuivre un chlorure ou un anhydride d'acide. On obtient, à côté de l'alcool $R-CH^2OH$, l'aldéhyde et surtout l'éther-sel (ester) $R-CH^2-O-CO-R$.

» Ces deux méthodes sont pénibles et donnent à partir de l'acide de mauvais rendements en alcool.

» La troisième méthode est due à M. Guerbet (*Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 511; *Bull. Soc. chim.*, t. XXI, p. 487, t. XXV, p. 300; *Comptes rendus*, t. CXXXIII, p. 1220, et t. CXXXIV, p. 467; *Bull. Soc. chim.*, t. XXVII, p. 578, 581, 1034 et 1036); elle consiste à condenser à haute température au moyen de sodium 2^{mol} d'un même alcool primaire ou deux alcools différents. Enfin MM. V. Grignard et L. Tissier obtiennent des alcools primaires en condensant le trioxyméthylène avec les dérivés organomagnésiens (*Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 107).

» Les acides étant des matières premières en général abordables, nous avons cherché à rendre pratiques les deux premières méthodes et nous avons fait porter nos expériences de réduction sur les éthers-sels (esters). Nous avions été frappés de l'énergie avec laquelle réagissent sur les réactifs organomagnésiens ces composés qui semblent dépourvus d'activité chimique; nous nous sommes également souvenus que les lactones des acides de la série gluconique, composés qui sont des éthers-sels, sont aisément réduites à l'état d'alcools polyatoniques (L. Kiliani, *D. chem. Ges.*, t. XX, p. 2714; E. Fischer, *Ibid.*, t. XXII, p. 2204).

» Nous avons en effet constaté que les éthers méthyliques ou éthyliques des acides gras sont réduits par le sodium en présence de l'alcool absolu suivant les équations :



$$R - CO^2C^2H^5 + 2H^2 = R - CH^2OH + C^2H^6O,$$



$$R - CO^2C^2H^5 + Na^4 + 3C^2H^6O = R - CH^2OH + 4C^2H^5ONa.$$

» On dissout 1^{mol} de l'ester dans trois à quatre fois son poids d'alcool absolu et l'on fait tomber par petites portions cette solution, à l'aide d'un tube à brome, dans un ballon, relié à un puissant réfrigérant ascendant et contenant 6^{at} de sodium en gros morceaux. La réaction est très vive, la température s'élève au point de faire fondre tout le sodium. On règle l'arrivée de la solution alcoolique de manière à produire une vive ébullition du mélange. Une fois l'introduction terminée, on maintient l'ébullition en chauffant le ballon au bain et chlorure de calcium pendant plusieurs heures. On rajoute s'il le faut de l'alcool absolu de manière à obtenir la dissolution totale du sodium. On laisse refroidir et l'on ajoute de l'eau de manière à transformer l'éthylate de sodium en soude alcoolique et à fluidifier le mélange; on saponifie ainsi tout l'éther qni n'a pas été réduit. A l'aide d'un courant de vapeur d'eau on entraîne d'abord l'alcool ordinaire, puis le nouvel alcool qu'on sépare de l'eau par agitation à l'éther. La première portion redistillée à la colonne laisse aussi comme résidu un mélange d'eau et du nouvel alcool qu'on sépare de la même manière.

» Le premier ester que nous ayons soumis à ce traitement est l'octanoate (caprylate de méthyle); un peu plus de la moitié de l'acide caprylique est transformé en octanol-1, presque tout le reste est retrouvé à l'état de sel de sodium à peu près insoluble dans la soude concentrée et formant après refroidissement une croûte solide à la surface, 5 pour 100 environ de produit sont transformés dans le glycol bisecondaire $C^7H^{15} - CH(OH) - CH(OH) - C^7H^{15}$ distillant aux environs de 200° sous 10^{mm} et cristallisant par refroidissement. Ce produit doit être un mélange des deux stéréoisomères possibles, car la petite quantité de produit que nous avons eue entre les mains n'a pu nous donner de cristaux définis, ni de point de fusion fixe.

» L'octanol 1 a été découvert à l'état d'éther dans l'essence d'*Heracleum spondylium* par Th. Zincke (*Ann. Ch. Pharm.*, t. CLII, p. 1; *Zeitschrift für Chemie*, t. V, p. 55; *Bull. Soc. chim.*, t. XII, p. 144) qui a aussi préparé son acétate; il a été étudié par Möslinger (*D. chem. Ges.*, t. IX, p. 999). Il n'a pas encore été obtenu par voie synthétique. Il bout à 96° sous 17^{mm}.

» L'*acétate d'octyle* 1, obtenu au moyen d'anhydride acétique, constitue un liquide incolore bouillant à 98° sous 15^{mm}.

» L'*oxyde de méthyle et d'octyle* 1 (Dobriner, *Ann. Chim. Pharm.*, t. CCXLIII, p. 4) a été préparé en traitant l'alcool par la quantité correspondante de sodium en fil et, après dissolution de ce dernier, par l'iodure de méthyle. Il a été purifié par distillation sur le sodium, d'abord sous pression réduite et ensuite à la pression ordinaire; il bout à 75° sous 20^{mm}.

» La *phényluréthane* $C^7H^{15} - CH^2 - O - CO - AzH - C^6H^5$, obtenue par mélange de l'octanol et du carbanile au sein de l'éther de pétrole, forme, après recristallisation dans l'alcool méthylique, de magnifiques cristaux fusibles à 74°.

» Les éthers halogénés étant aisément transformés en hydrocarbures par l'intermédiaire des dérivés organométalliques du zinc ou du magnésium, on a maintenant un moyen pratique de passer d'un acide à l'hydrocarbure saturé correspondant. Nous nous occupons de généraliser ces recherches. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Influence de la nature du milieu extérieur sur la formation et l'évolution des composés odorants chez la plante.* Note de MM. **E. Charabot** et **A. Hébert**, présentée par M. Haller.

« L'étude de l'évolution des composés odorants, d'une part chez les plantes cultivées normalement, d'autre part chez les plantes ayant vécu sur des sols additionnés de sels minéraux, présente un intérêt tout particulier. Elle peut permettre de discerner quelle est la nature des phénomènes chimiques qui sont favorisés ou entravés en même temps que sont affectés tels ou tels phénomènes physiologiques, de sorte que quelques-uns des liens étroits reliant les deux ordres de phénomènes seront mis en lumière par les résultats de cette étude.

» Guidés par les considérations théoriques que nous avons exposées déjà (*Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 160) nous avons soumis la menthe poivrée à l'influence de divers sels minéraux ajoutés au sol. Les conditions expérimentales ont été décrites dans une Note antérieure (*loc. cit.*, t. CXXXVI, p. 160), nous n'y reviendrons pas. A la fin de la végétation, les 25, 26 et 27 août 1902, nous avons procédé à l'extraction des huiles essentielles des plantes soumises aux divers modes de culture et déterminé les rendements.

» *Formation des composés terpéniques.* — Les meilleurs résultats ont été fournis par le chlorure d'ammonium qui a eu pour effet d'augmenter considérablement le rendement en huile essentielle, tout en assurant une récolte plus abondante. Si l'on exprime les rendements par rapport à la plante sèche, on est conduit aux conclusions suivantes : Les chlorures de sodium et de potassium n'ont pas d'influence sensible sur la formation des composés terpéniques, tandis que le chlorure d'ammonium la favorise notablement. Les sulfates, principalement celui de manganèse, celui de potassium et celui d'ammonium, paraissent favorables à la production des composés odorants. Il en est de même du nitrate de sodium et du phosphate disodique.

» *Évolution des composés terpéniques.* — Les résultats complets de l'analyse des diverses huiles essentielles sur lesquelles a porté notre étude seront publiés dans un autre Recueil; nous nous bornerons ici à examiner les résultats dans leur ensemble et à formuler les conclusions qui s'en dégagent.

» Nous avons observé récemment (*Comptes rendus,* t. CXXXVI, p. 160) que *les sels minéraux ajoutés au sol ont pour effet d'accélérer, d'une façon plus ou moins sensible, la diminution de la proportion d'eau chez la plante.* L'analyse des huiles essentielles nous a montré d'autre part que, d'une manière générale, *les sels favorisent l'éthérification du menthol.* Ces deux phénomènes : *perte d'eau* et *éthérification du menthol* paraissent donc ne pas être dus à des causes indépendantes. Poussons plus loin leur étude comparative.

» Les pertes d'eau subies par les parties aériennes des plantes témoins et des plantes soumises aux diverses influences ont varié entre 7,2 et 22,7 pour 100 de plante fraîche, du 25 mai au 21 août. Nous allons répartir les nombres fournis par le dosage des éthers dans les huiles essentielles entre quatre groupes, un même groupe réunissant ceux obtenus avec les plantes dont les pertes d'eau diffèrent de plus de 4 pour 100, c'est-à-dire d'une quantité, somme toute, assez faible. Pour étudier comparativement la perte d'eau et le phénomène de l'éthérification, nous inscrirons, à côté du nombre représentant la diminution de la proportion d'eau, la valeur du rapport du menthol combiné au menthol total, et nous ferons les moyennes des nombres relatifs à chacun des groupes.

Désignation du genre de culture.	Diminution de la proportion d'eau.		Rapport entre le menthol combiné et le menthol total.	
Culture normale	7,2	moyenne : **9,6**	$\frac{25,9}{100}$	moyenne : $\frac{\mathbf{27,0}}{\mathbf{100}}$
Culture au NaCl	9,8		$\frac{26,3}{100}$	
Culture au PO^4Na^2H	10,3		$\frac{25,2}{100}$	
Culture au SO^4Mn	10,9		$\frac{30,6}{100}$	
Culture au SO^4K^2	12,5	moyenne : **13,1**	$\frac{34,5}{100}$	moyenne : $\frac{\mathbf{33,3}}{\mathbf{100}}$
Culture au AzH^4Cl	13,3		$\frac{27,5}{100}$	
Culture au SO^4Fe	13,6		$\frac{34,8}{100}$	
Culture au KCl	15,3	moyenne : **16,5**	$\frac{36,7}{100}$	moyenne : $\frac{\mathbf{34,1}}{\mathbf{100}}$
Culture au SO^4Na^2	15,7		$\frac{33,3}{100}$	
Culture au AzO^3Na	16,1		$\frac{32,7}{100}$	
Culture au AzO^3K	19,1		$\frac{33,9}{100}$	
Culture au $SO^4(AzH^4)^2$	20,3	moyenne : **21,5**	$\frac{33,1}{100}$	moyenne : $\frac{\mathbf{37,8}}{\mathbf{100}}$
Culture au AzO^3AzH^4	22,7		$\frac{42,6}{100}$	

» Les résultats inscrits dans ce Tableau prouvent qu'*il existe une relation entre l'intensité du phénomène de l'éthérification et la diminution de la proportion d'eau chez la plante*. Cela ressort aussi du Tableau suivant, dans lequel nous inscrivons d'une part la perte moyenne d'eau, d'autre part la valeur moyenne du rapport $\frac{\text{menthol combiné}}{\text{menthol total}}$ correspondant aux sels d'un même acide ajoutés au sol.

	Perte d'eau (moyenne).	Valeur moyenne du rapport du menthol combiné au menthol total.
Nitrates	19,5	$\frac{36,4}{100}$
Sulfates	14,6	$\frac{33,3}{100}$
Chlorures	12,8	$\frac{30,2}{100}$
Phosphate disodique	10,3	$\frac{25,2}{100}$

» L'équation, alcool + acide = éther + eau, montre que l'éthérification, si ce phénomène suit chez la plante les lois de l'équilibre chimique, doit être d'autant plus active que la proportion d'eau est moindre et que l'acidité du milieu est plus grande.

» Les différences observées en ce qui concerne la valeur du rapport $\frac{\text{menthol combiné}}{\text{menthol total}}$ sont-elles dues aux phénomènes qui règlent la proportion d'eau chez la plante ou bien s'expliquent-elles par des différences d'acidité? Notre étude sur l'acidité volatile (*Comptes rendus,* t. CXXXVI, p. 1009) va nous permettre de répondre immédiatement à cette question. Nous avons vu, en effet, que les groupes de sels qui favorisent le plus la diminution de la proportion d'eau chez la plante sont aussi ceux pour lesquels le rapport entre les acides volatils éthérifiés et l'acidité volatile totale est le plus élevé. Il en résulte que, *à un état d'hydratation moindre correspond non seulement une éthérification plus active de l'alcool, mais encore une éthérification plus active de l'acide*. C'est donc bien des phénomènes, absorption et transpiration, susceptibles de régler les proportions d'eau contenues chez la plante qu'il y a lieu de faire dépendre le phénomène de l'éthérification.

» Cela nous montre, en particulier, que *c'est en provoquant la transpiration que la fonction chlorophyllienne favorise l'éthérification*. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Nouvelle méthode de dosage de l'acide oxalique dans les urines, les aliments, etc.* Note de M. **Albahary**, présentée par M. Armand Gautier.

« Si nous faisons abstraction de l'ancienne méthode de Neubauer pour le dosage de l'acide oxalique dans les urines, méthode plus ou moins exacte, il reste le procédé récent de Salkowski, modifié en 1902 par Autenrieth et Barth, qui donne des résultats assez sûrs. Mais quoi qu'en disent ces auteurs, les différentes filtrations et précipitations qu'il nécessite sont fort longues et en outre la manipulation de quantités d'éther n'est pas pratique, car il faut, d'après A.-M. Luzatto, faire jusqu'à 18 extractions éthérées pour recueillir tout l'acide oxalique. Enfin, et surtout, l'acide chlorhydrique peut avoir une action sur les différentes combinaisons qui, par dédoublement, donnent de l'acide oxalique non préformé, ce qui a toujours lieu si l'on chauffe l'urine en présence de cet acide.

» Pour éviter tous ces inconvénients j'ai cherché une méthode simple et rapide pour le dosage de l'acide oxalique et des oxalates *préformés* des urines. Elle peut s'appliquer aussi aux matières alimentaires avec une légère variante :

» La quantité d'urine des 24 heures est versée dans une capsule et additionnée de 50^{cm^3} de Na^2CO^3 (10 pour 100). On porte au bain-marie et l'on concentre la liqueur jusqu'au tiers de son volume. On ajoute à ce moment 20^{cm^3} d'une solution d'un mélange contenant pour 100 : 10 parties de $MgCl^2$ et 20 parties de AzH^4Cl; on additionne de noir animal lavé aux acides; on agite de temps en temps le liquide qui continue à se concentrer au bain-marie. Une heure après l'addition de ces substances, le volume du liquide étant réduit au quart environ du volume primitif, on filtre à la trompe sans laisser refroidir; après avoir ajouté au filtrat de l'ammoniaque jusqu'à réaction fortement alcaline on l'abandonne pendant 12 heures. On jette alors sur un filtre simple et l'on ajoute au filtrat du $CaCl^2$ en petit excès et de l'acide acétique jusqu'à réaction faiblement acide. On abandonne de nouveau pendant 12 heures dans un endroit tiède. Tout l'oxalate de chaux est alors précipité. On le recueille sur un petit filtre et l'on dose l'acide oxalique. Pour cela on peut suivre deux méthodes : 1° dissoudre le précipité d'oxalate de chaux sur le filtre même dans H^2SO^4 dilué et titrer le filtrat par une liqueur de $KMnO^4$; 2° calciner le filtre pour transformer l'oxalate de calcium en CaO et calculer l'acide oxalique correspondant.

» Par l'addition précédente de $MgCl^2 + AzH^4Cl$ on précipite quantitativement les phosphates; par le noir animal on entraîne les matières mucilagineuses qui rendent, dans les autres méthodes, la filtration longue et ennuyeuse. En même temps la totalité de l'acide urique est aussi entraînée.

» Les différentes analyses, faites comparativement d'après cette méthode, m'ont donné les résultats suivants :

Méthodes.	Lapin (urine de $3^j = 1050^{cm^3}$) pris 300^{cm^3} d'urine.	Chien (urine de $2^j = 3120^{cm^3}$) pris 1000^{cm^3}.	Homme (urine de $3^j = 3415^{cm^3}$) pris 1000^{cm^3}.
Salkowski.........	$0^g,0021$ ($C^2O^4H^2$)	$0^g,0386$ ($C^2O^4H^2$)	$0^g,0084$ ($C^2O^4H^2$)
Autenrieth et Barth.	0,0016 »	0,0422 »	0,0092 »
Albahary..........	0,0022 »	0,0403 »	0,0108 »

» Pour nous convaincre que tout l'oxalate *préformé* dans l'urine est bien précipité et qu'aucune impureté ne l'accompagne, nous avons fait l'expérience suivante :

» On ajoute à 1000^{cm^3} d'urine de chien $0^g,0988$ $C^2O^4H^2 + 2H^2O$ et on analyse cette urine comparativement avec 1000^{cm^3} de la même urine à l'état naturel :

(A) 1000^{cm^3} d'urine + 0,0988 $C^2O^4H^2 + 2H^2O$,

Trouvé : $CaO = 0,06862$.

(B) 1000^{cm^3} d'urine sans addition de $C^2O^4H^2$.

Trouvé : $CaC^2O^4 = 0,0542$.

on dissout l'oxalate de chaux sur le filtre par l'acide sulfurique dilué et l'on titre l'acide oxalique dans le filtrat par $KMnO^4$:

Trouvé : $C^2O^4H^2 = 0,0378$ au lieu de 0,0382 nombre théorique. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur la production du glucose par les tissus animaux.* Note de MM. **Cadéac** et **Maignon**, présentée par M. A. Chauveau.

« Nos recherches antérieures ont mis en évidence la production de glucose par les muscles striés et lisses; cette fonction n'est-elle pas une propriété commune à tous les tissus?

» Normalement, tous peuvent renfermer des traces de glucose; ébouillantés immédiatement après ablation, ils en montrent souvent, en petite quantité. Nous en avons trouvé (chez le cheval et chez le chien) dans les cartilages, les ligaments, les tendons, le péricarde, le mésentère, l'épiploon, les parois de l'aorte, de la jugulaire, la peau, le cristallin, la sclérotique, l'humeur vitrée, les ganglions lymphatiques, et dans les parenchymes : rate, pancréas, parotide, testicules, ovaires, rein, corps thyroïde, cerveau, poumon, tumeurs diverses, etc.

» Chez un animal déterminé, on décèle presque toujours la présence du sucre dans un certain nombre de ses tissus; généralement moins de 1^{cg}

pour 100g de tissu. Cette répartition du sucre chez l'animal sain n'offre rien de fixe; tel organe ou tissu qui en renferme chez l'un, en est privé chez un autre.

» En partant de ces données, nous soumettons à l'asphyxie, dans le fluorure de sodium à 2 pour 100, des fragments de chacun des organes et tissus précités, et nous examinons, à intervalles égaux pour tous, la quantité de glucose formée dans chacun d'eux.

» Nous constatons ainsi que tous ces tissus, qu'ils en renferment ou non au début, élaborent du glucose; mais, autant la production du sucre est rapide dans les muscles, autant elle est lente dans les tissus de la famille conjonctive, et surtout dans les parenchymes. A ce point de vue, les divers tissus peuvent être sériés de la manière suivante : le cœur, les muscles striés, manifestant cette fonction au bout d'une heure; les muscles lisses, plus lents à élaborer le glucose; les tissus de la famille conjonctive (tendons, cartilages, séreuses, etc.) qui ne produisent une quantité appréciable de sucre qu'au bout de 24 heures; et enfin les parenchymes, dont l'activité productrice peut demeurer latente pendant 24 à 48 heures.

» Dans tous les cas, l'élaboration du sucre par les organes et les tissus est un phénomène de vie protoplasmique, indépendant de toute altération cadavérique. En effet, si l'on tue, par immersion dans l'eau bouillante, les tissus sur lesquels on expérimente, ils ne produisent jamais de sucre.

» D'autre part, le sucre préexistant ou élaboré pendant l'expérience, par les organes ou les tissus, disparaît toujours d'une manière complète quand on prolonge l'asphyxie dans le fluorure de sodium. Au bout de 6 à 8 jours, en général, tous sont dépourvus de glucose.

» Cette destruction est quelquefois beaucoup plus rapide; on peut voir exceptionnellement le glucose disparaître au bout de 24 heures dans les tissus qui en renfermaient au début de l'expérience. C'est que les tissus ou organes, soumis à la vie asphyxique, sont le siège d'un double phénomène : de glycosoformation et de glycolyse. Et suivant que l'un ou l'autre de ces actes, qui se manifestent concurremment, prédomine, on note l'accumulation du glucose, sa diminution ou sa disparition.

» Dans les Tableaux suivants, nous résumons les variations en glucose dans les parenchymes du chien après une asphyxie de 48 heures :

Durée de l'asphyxie : 48 heures (pour les 4 expériences).

	Expérience I. — Glucose.		Expérience II. — Glucose.		Expérience III. — Glucose.		Expérience IV. — Glucose.	
Tissus ou organes (100gr).	Présence ou absence.	Formé (+), disparu (—).	Présence ou absence.	Formé (+), disparu (—).	Présence ou absence.	Formé (+), disparu (—).	Présence ou absence.	Formé (+), disparu (—).
Rein au début............	présence		absence		traces		présence	
Rein après asphyxie.......	id.	cg +1,2	présence	cg +1,2	»	cg 0	absence	cg —1,7
Rate au début...........	absence		présence		présence		absence	
Rate après asphyxie......	présence	+2,1	id.	+3,4	id.	+3,9	présence	+4,4
Pancréas au début........	absence		absence		traces		présence	

Tissus ou organes (100^{gr}).	Expérience I. — Glucose. Présence ou absence.	Expérience I. — Glucose. Formé (+), disparu (—). cg	Expérience II. — Glucose. Présence ou absence.	Expérience II. — Glucose. Formé (+), disparu (—). cg	Expérience III. — Glucose. Présence ou absence.	Expérience III. — Glucose. Formé (+), disparu (—). cg	Expérience IV. — Glucose. Présence ou absence.	Expérience IV. — Glucose. Formé (+), disparu (—). cg
Pancréas après asphyxie...	absence	»	absence	»	présence	+0,9	présence	—0,5
Poumon au début........	présence		présence		»		»	
Poumon après asphyxie...	id.	+4,3	id.	+0,7	»	»	»	»
Testicules au début.......	absence		»		traces		»	
Testicules après asphyxie..	présence	+2,4	»	»	absence	»	»	»
Cerveau au début........	absence		absence		absence		absence	
Cerveau après asphyxie...	id.	»	id.	»	présence	+0,3	présence	+0,8

» Dans l'expérience V on voit, après une asphyxie de 4 jours, le sucre disparaître entièrement dans les reins et le cerveau.

Expérience V.

Tissus ou organes (100^{g}).	Glucose. Présence ou absence.	Glucose. Formé (+), disparu (—).
Rein au début......................	présence	»
Rein après asphyxie de 48 heures.....	id.	$-1^{cg},7$
Rein après asphyxie de 4 jours.......	absence	disparition totale
Cerveau au début..................	absence	»
Cerveau après asphyxie de 48 heures.	présence	$+1^{cg},1$
Cerveau après asphyxie de 4 jours....	absence	disparition totale
Pancréas au début.................	présence	»
Pancréas après asphyxie de 48 heures.	traces	-3^{cg}
Poumon au début..................	présence	»
Poumon après asphyxie de 48 heures..	id.	$+1^{cg},9$

» De ces recherches nous croyons pouvoir tirer les conclusions suivantes :

» 1° Tous les organes ou tissus du chien et du cheval (hormis le tissu osseux) peuvent à l'état normal renfermer une petite quantité de glucose.

» 2° Ces mêmes tissus en produisent tous, quand on les soumet à la vie asphyxique pendant un temps convenable.

» 3° La vie asphyxique prolongée amène toujours la disparition totale du sucre préexistant et du sucre formé pendant la durée de l'expérience.

» 4° Cette production de glucose est un phénomène de vie protoplasmique, puisqu'elle ne se manifeste pas dans les tissus dont les éléments ont été tués par immersion dans l'eau bouillante. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Recherches sur les bandes transversales scalariformes striées des fibres cardiaques* (1). Note de M. F. MARCEAU, présentée par M. Edm. Perrier.

« La hauteur des bandes transversales est très variable non seulement chez les différents animaux, mais encore chez la même espèce animale, suivant l'âge et la région du cœur où on les observe. Elle est comprise en général entre celle du tiers et celle de la totalité d'un disque épais. Si elles peuvent avoir cette dernière dimension ou parfois même la dépasser légèrement, *jamais je ne les ai vues atteindre la hauteur d'un élément musculaire.*

» I. *Répartition chez les différentes classes de Vertébrés.* — Malgré les nombreuses tentatives que j'ai faites pour mettre en évidence ces formations chez les Vertébrés inférieurs (Poissons, Batraciens, Reptiles), chez les fœtus de Mammifères et d'Oiseaux, chez leurs jeunes quelque temps encore après la naissance, je n'ai obtenu que des résultats négatifs. Chez certains Oiseaux (Canard, Oie, Geai), je n'ai pu non plus en constater la présence, tandis qu'elles existent chez la Poule, la Dinde, le Martinet des murailles. De la sorte, *les bandes tranversales scalariformes striées sont des formations spéciales aux Mammifères adultes, aux jeunes Mammifères quelque temps après la naissance et aussi à certains Oiseaux déjà arrivés à leur complet développement* (2).

» II. *Répartition dans le cœur des mammifères et des oiseaux.* — Les bandes transversales scalariformes striées sont très inégalement réparties dans les fibres, non seulement suivant les régions du cœur où elles sont prises, mais encore le plus souvent dans celles d'une région déterminée. Chez tous les mammifères que j'ai étudiés et aussi chez le coq âgé, j'ai constaté que ces formations sont bien plus nombreuses dans les parois du ventricule gauche et plus spécialement dans un muscle papillaire que dans les parois du

---

(1) Elles sont désignées sous les noms suivants : *Traits scalariformes* (EBERTH), *ponts protoplasmiques intercellulaires* (PRZEWOSKI, MAC CALLUM), *pièces intercalaires* (N. HEIDENHAIN).

(2) Je n'ai pu non plus en constater la présence dans un fragment de cœur d'Echidné conservé dans l'alcool.

Les fibres de Mammifères sont d'ailleurs semblables à celles des Chéloniens, des Crocodiliens et des Oiseaux.

ventricule droit; dans les parois des oreillettes elles sont moins nombreuses encore que dans les parois du ventricule droit. Il suit, de là, que la répartition des bandes transversales scalariformes striées paraît liée, dans une certaine mesure, à l'activité plus ou moins grande des différentes régions du muscle cardiaque, activité qui va en décroissant des parois du ventricule gauche à celles du ventricule droit et enfin à celles des oreillettes où elle est minimum.

» III. *Structure.* — Les bandes transversales scalariformes striées ont une structure qui a bien été décrite chez l'homme par Browicz et Hoche. Colorées à l'hématoxyline ferrique, elles se laissent résoudre, sous un fort grossissement, en une série de courts bâtonnets fortement colorés en noir bleuâtre et plongés dans une substance homogène un peu moins foncée. Chez les animaux où leur hauteur est faible (mouton, souris, lapin, oiseaux), il est le plus souvent difficile d'y distinguer des bâtonnets; tout au plus laissent-elles apercevoir de faibles renflements en face des fibrilles, ce qui leur donne l'aspect légèrement monoliforme.

» J'ai constaté enfin, comme von Ebner, que ces formations sont isotropes comme les bandes claires et les disques minces; c'est-à-dire que, examinées au microscope polarisant, elles paraissent obscures lorsque les nicols sont croisés.

» IV. *Développement.* — Les bandes transversales scalariformes striées, tenant la place de séries de disques minces situés au même niveau et n'existant ni chez les embryons d'oiseaux et de mammifères, ni chez ces jeunes animaux, doivent probablement se développer, chez ces derniers, à une époque plus ou moins éloignée de la naissance et aux dépens de quelques-uns de ces éléments. C'est ce que j'ai pu constater avec certitude chez le mouton et le porc de 5 mois, chez le veau de 6 semaines, où j'ai observé ces formations à différents stades de leur développement.

» On peut résumer ainsi le développement des bandes transversales scalariformes striées :

» 1° Épaississement d'une série transversale de disques minces qui ont conservé cependant leur réaction colorante vis-à-vis de l'hématoxyline ferrique éosine.

» 2° Apparition d'une légère striation longitudinale due à la présence de fines granulations ou courts bâtonnets ayant une certaine affinité pour l'hématoxyline ferrique et colorés en gris plus ou moins foncé.

» 3° Changement de leur composition chimique se traduisant par une affinité générale de plus en plus grande pour le réactif précité.

» 4° Transformation en bandes transversales scalariformes plus ou moins compliquées pendant que les deux dernières modifications se produisent, par suite du développe-

ment de nouveaux éléments musculaires *à leur contact,* tantôt d'un côté, tantôt de l'autre.

» V. *Signification et rôle probables.* — 1° En ce qui concerne la signification de ces formations, leur développement nous a montré que *ce sont des disques minces modifiés au point de vue de leur dimension en épaisseur et de leur structure;*

» 2° En ce qui concerne leur rôle, nous croyons que ce sont des *pièces de perfectionnement* des fibres cardiaques dont la présence est liée à leur *disposition rétiforme* et surtout à leur *mode de contraction* qui est à la fois *rythmique* et *rapide*.

» En outre, ainsi que Hoche l'a observé le premier, les bandes transversales scalariformes striées séparent souvent des fibres cardiaques en segments au repos et en contraction. D'après cette observation, l'hypothèse suivante se présente souvent à l'esprit :

» *Lors de la systole cardiaque, une partie seulement des segments des fibres doit se contracter pendant que les autres restent au repos et les bandes transversales sépareraient précisément ces segments au repos et en contraction, se comportant ainsi comme des tendons minuscules répartis suivant la longueur de ces fibres.*

» Nous n'avons pu, malheureusement, encore vérifier directement cette hypothèse, mais il y a un fait important qui la corrobore :

» Ayant en effet mesuré le faible raccourcissement qu'éprouvent les fibres cardiaques quand le cœur passe de l'état de diastole relative à l'état de systole, il faut, ou bien que ces fibres se contractent d'une façon très incomplète, ce qui serait peu logique, ou bien qu'une partie seulement de leurs segments se contractent complètement pendant que les autres restent au repos. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Action de l'acide carbonique sur les œufs d'Échinodermes.* Note de M. C. **Viguier**, présentée par M. Edmond Perrier.

« M. Delage a communiqué à l'Académie, dans deux Notes (13 et 20 octobre 1902), ses observations sur l'influence exercée par CO^2 sur le développement parthénogénétique des œufs de l'*Asterias glacialis*. Il a exposé plus au long ses recherches dans un Mémoire (*Arch. de Zool. exp.*, 3e série, vol. X, p. 213-235; 1902). Comme je l'ai dit (notamment p. 84-86

d'un Mémoire *Sur les variations de la Parthénogénèse,* dans les *Ann. des Sc. nat.*, 1er fascicule de 1903, en cours de publication), il expliquait le phénomène en supposant que CO^2 détermine un *empoisonnement momentané* qui, portant sur des œufs où le noyau est en état d'activité pour l'expulsion des globules polaires, arrête cette division, et, pensait-il d'abord, empêche l'élimination du deuxième globule. Depuis, il admit que l'inhibition du deuxième globule n'était pas nécessaire, et qu'il suffisait que le noyau fût en activité. Il a proposé (p. 228 de son Mémoire) une explication qu'il reconnaît lui-même *incomplète;* et qui, dit-il, *n'est plutôt qu'une conception.* Si, pour que CO^2 agisse, il est vraiment nécessaire que le noyau de l'œuf soit en activité, chez les Oursins, où les œufs sont revenus à l'état de repos nucléaire avant la ponte, aucune action ne devrait évidemment se produire. Et, en effet (p. 229), M. Delage déclare que les œufs de *Strongylocentrotus* observés par lui ne furent pas influencés.

» Le matériel m'a manqué pour suivre de près le phénomène chez les Astéries. En mars, fort peu de sujets étaient mûrs. Le 12, cependant, sur quatre cultures d'*Ast. gl.,* deux réagirent avec CO^2; mais une seule parvint à donner de belles *gastrulas* qui, sans un accident survenu à mon étuve, auraient sans doute dépassé ce stade; tandis que, fécondés par les produits mélangés de deux ♂ très actifs, ces œufs ne dépassaient pas le stade à trente-deux blastomères. Le 22 mars, je n'obtins que des *blastulas* à parois épaisses, se tenant au fond des cuvettes; tandis que la fécondation donnait de jeunes gastrulas fort actives, qui toutefois ne dépassèrent point cet état. Depuis, c'est en vain que je tentai de renouveler l'expérience; et je renonçai même, à partir du 25 mars, aux cultures d'Astéries. Mais ces observations, pour isolées qu'elles soient, m'ont permis de confirmer (Note de ma page 127) les faits constatés par M. Delage.

» Dans cette même Note, je confirmais aussi l'indifférence assez grande des œufs de *Strongylocentrotus;* mais je gardais la réserve sur la théorie; car, déjà à cette époque, l'Oursin en question ne se montrait point absolument indifférent; et surtout parce que les œufs de l'*Arbacia,* après un séjour de quelques minutes seulement dans le réactif, devenaient visqueux et commençaient à s'attacher au fond de la cuvette. Même ceux qu'une faible agitation pouvait mettre en liberté subissaient, au bout de peu de temps, des fausses segmentations aboutissant à une sorte d'émulsion des œufs. Ceux des *Sphœrechinus* et des *Strong.* montraient du reste les mêmes phénomènes, mais bien moins marqués. En outre, si l'on fécondait les œufs de ces Oursins de 20 à 30 minutes après leur sortie de CO^2, la plupart des œufs restaient inertes ou ne subissaient que les premières segmentations; il ne se développait que peu de larves, presque toutes anormales; alors que des fécondations par les mêmes ♂ produisaient, avec des œufs témoins des mêmes lots, fécondés en même temps que les ex-carboniques, des larves arrivant au stade *pluteus.*

» Les circonstances ont encore arrêté mes observations pendant le mois d'avril; lorsque je pus les reprendre, le 8 mai, les phénomènes étaient encore bien plus nets.

» Dans aucune de mes cultures d'oursins, je n'ai vu se produire de parthénogenèse provoquée par le réactif. Une seule fois (*Arbacia* du 23 mai) j'ai constaté des segmentations 2, alors qu'il n'y avait rien chez les témoins. Le séjour dans le réactif avait été de 2 heures. Peut-être un plus long séjour eût-il, dans ce cas, donné des résultats plus favorables; mais j'en doute, car, à cette époque, les œufs mûrs d'*Arbacia* étaient, en immense majorité, tués presque instantanément par le réactif. Les fausses segmentations, si remarquables un mois plus tôt, étaient fort rares; et les œufs conservaient pour la plupart leur forme jusqu'à la putréfaction. Ils continuaient du reste à s'attacher au fond ou a s'agglutiner entre eux. Enfin, dans une culture du 30 mai, après 10 minutes seulement de séjour dans CO^2, on voyait les œufs (les mûrs seulement) entourés d'une auréole provenant de la coloration, par leur pigment, de l'enveloppe gélatineuse qui les enveloppe, et qui normalement est absolument incolore. Ce phénomène, dû évidemment à une altération profonde de l'œuf, n'est pas constatable chez ceux des deux autres espèces; mais peut-être seulement à cause de leur moindre coloration. Moins vive, mais analogue, s'est en effet montrée alors l'action de CO^2 sur les œufs des deux autres types. Eux aussi s'attachaient pour la plupart au fond des cuvettes, ou subissaient les fausses segmentations si prononcées constatées en mars chez l'*Arbacia*, mais ils n'étaient pas tués net; et quelques-uns, sans doute moins mûrs, arrivaient à donner des larves.

» Enfin, voulant voir l'action de CO^2 sur des œufs en état d'activité nucléaire maxima, je fis, outre les séries avec les œufs vierges, des séries semblables (de 10 en 10 minutes) avec des œufs fécondés depuis quelques heures et qui, provenant de plusieurs ♀, (voir p. 20 de mon Mémoire) se trouvaient à divers stades de segmentation (jusqu'à 64 blast.). Il y avait toujours quelques œufs non mûrs, et d'autres mûrs mais non segmentés, bien qu'entourés de spermatozoïdes. C'est d'eux, sans doute, que proviennent souvent quelques larves, parfois même normales; mais qui ne peuvent infirmer les résultats suivants, moyennes d'observations portant sur d'énormes quantités d'œufs :

» Les *Sphærechinus*, où la dilacération des ovaires donne toujours des œufs non mûrs, ont toujours produit, même après 1 heure de séjour en CO^2, quelques larves évoluant en *plutei*, et un certain nombre de larves anormales (*blastulas hydropiques, exogastrulas*, etc.), l'immense majorité étant arrêtée net.

» Les *Strongylocentrotus* ont donné, même après 1 heure, des *gastrulas*. Mais même les larves de 10 minutes devenaient monstrueuses (*ut supra*) et ne donnaient pas de plutei.

» Quant aux *Arbacia*, tous les œufs étaient immédiatement tués, et, au bout de 1 à 2 minutes seulement, l'eau se colorait en rose. C'est évidemment la même action que sur les œufs vierges, mais encore plus marquée.

» La théorie de M. Delage (empoisonnement temporaire et élimination parfaite), fort aventurée pour les Astéries, est donc inacceptable pour les Oursins. CO^2 se comporte comme tant d'autres réactifs : ayant une action tantôt favorable, tantôt nuisible; réagissant d'une manière fort différente chez des types très voisins, et, avec les œufs d'une même espèce, suivant

leur état. Son action n'est actuellement pas mieux expliquée que celle de tant d'autres réactifs essayés dans les expériences sur la parthénogenèse artificielle. »

EMBRYOLOGIE. — *Dégénérescence normale des ovules non pondus.* Note de M. **Dubuisson**, présentée par M. Alfred Giard.

« La dégénérescence des ovules non pondus, signalée par Reinhardt en 1847, a été souvent étudiée depuis dans une série de Mémoires, trop nombreux pour être signalés ici. Une récente publication de C. Perez nous pousse à faire connaître nos premiers résultats analogues aux siens, mais plus étendus.

» D'abord nous avons constaté chez *Passer domesticus* les mêmes faits que Perez décrit chez le *Triton*, sauf quelques détails accessoires. Pour les Batraciens Urodèles (*Triton*) et Anoures (*Rana*), nous rencontrons un parallélisme entre l'état du vitellus dans les ovules qu'atteint la dégénérescence et la manière dont s'effectue celle-ci.

» Pour ce qui est de l'évolution vitelline nous constatons trois stades de différenciation entre lesquels on trouve tous les termes de passage.

» Dans le premier, le cytoplasme est homogène, granuleux, il ne prend pas les colorants plasmatiques, se colore à l'hémalun.

» Dans le deuxième, le cytoplasme est rempli de plaquettes vitellines ovoïdes, prenant avec moins d'intensité les colorants plasmatiques au fur et à mesure qu'elles grandissent.

» Ainsi, avec la picro-säurefuschine hémalun, les plaquettes vitellines d'un rouge violet dans les œufs les moins avancés deviennent rouges, puis l'intensité de la coloration diminue.

» Dans le troisième stade, qui se termine par une dégénérescence propre de l'ovule et différente de celle qui peut atteindre les autres stades, on voit avec la coloration précédente une teinte jaune envahir peu à peu la partie centrale de la plaquette. Celle-ci finalement devient une grosse sphère jaune présentant quelques granulations graisseuses. Les sphères confluent en donnant une masse étendue, lobée irrégulièrement et remplie de granulations cristallines brillantes. La dégénérescence marche d'une façon irrégulière; une partie de la cellule peut être intacte, alors que le reste est transformé.

» A chaque stade de l'évolution vitelline correspond un mode différent de régression.

» I. On voit, dans le premier stade, les cellules folliculaires primitivement aplaties s'hypertrophier, le noyau central s'arrondit et change d'aspect; elles prolifèrent en réduisant concentriquement le vitellus où elles poussent des prolongements; elles s'y creusent de petites loges distinctes et englobent des sphérules vitellines. Les différences

graduées entre la coloration des granules situés à la périphérie de chaque cellule et celle des granules situés à la partie centrale indiquent des étapes diverses dans la digestion. Finalement, l'intérieur de l'ovule est occupé par un parenchyme polygonal : mais la digestion est lente et, alors que tout l'amas vitellin a disparu, les cellules qui ont pris sa place sont encore bourrées de sphères vitellines à divers stades.

» II. Dans le deuxième type, qui correspond à une partie de la description de Perez chez *T. palmatus* et *T. marmoratus,* les cellules de la zone folliculaire augmentent de volume et prolifèrent. Bientôt, des cellules détachées du follicule se montrent entre les plaquettes vitellines englobant les unes, écartant les autres, et pénètrent jusqu'au centre du vitellus. Les cellules qui restent à la périphérie englobent sur place les plaquettes vitellines voisines. Contrairement au cas précédent, où toutes les cellules étaient au même état de digestion, nous voyons ici les périphériques ayant achevé leur travail et complètement dépourvues de plaquettes vitellines, tandis que les centrales en sont encore bourrées, ce qui tient moins à la lenteur de leur digestion qu'à leur arrivée tardive et au renouvellement de leur alimentation.

» Dans les deux cas, le résultat de la digestion des sphérules ou plaquettes vitellines est l'élaboration de granules graisseux. On voit ensuite, à la périphérie du parenchyme qui remplace l'ovule, le protoplasme redevenir homogène en même temps que se différencient de fines fibrilles conjonctives. Des capillaires sanguins peuvent apparaître dans la suite.

» Dans certains cas, d'ailleurs plus fréquents dans le deuxième mode de dégénérescence, on voit, dans l'intérieur des phagocytes, à côté des granules graisseuses, apparaître des amas pigmentaires. Des globules sanguins, venus des vaisseaux périphériques hypertrophiés, pénètrent jusqu'au centre de l'ovule et ne sont point sans rapport avec la formation du pigment. Nous avons pu voir des globules rouges laissant diffuser leur contenu au milieu de l'ovule.

» III. Dans ce type, bien que le sort ultérieur des ovules nous soit inconnu, il nous semble, à l'heure actuelle, que le vitellus n'est point entamé par phagocytose. »

EMBRYOLOGIE. — *Sur le développement de l'ovaire de* Polyxenus lagurus *de Geer.* Note de M. A. **Lécaillon**, présentée par M. Alfred Giard.

« Dans les individus récemment sortis de l'œuf, il existe deux ébauches ovariques distinctes, placées à droite et à gauche du tube digestif, tout contre celui-ci, et situées dans l'avant-dernier anneau du corps. Chacune d'elles est formée par un petit amas d'*oogonies* entouré d'une enveloppe constituée par une assise de cellules aplaties. Entre les oogonies on trouve çà et là de petites cellules destinées à former plus tard les éléments folliculaires. A ce moment, la partie essentielle de l'ovaire a donc la *même composition que chez les Insectes envisagés au même stade.*

» Dès que les ébauches ovariennes commencent à évoluer, elles se dirigent vers le

plan de symétrie du corps, s'insinuent entre le tube digestif et le système nerveux, et finalement se fusionnent sur la ligne médiane. Les deux masses oogoniales primitives se confondent alors en un seul amas qui représente une *zone germinative*. Autour de celle-ci se voit encore une membrane enveloppante semblable à celle qui entourait primitivement chacune des ébauches ovariennes. A partir de cet instant, l'organe reproducteur femelle diffère de celui de *tous les Insectes*, puisque chez ceux-ci il demeure toujours double.

» Ultérieurement, l'enveloppe ovarienne prend peu à peu le caractère d'un vaste sac qui s'accroît vers l'avant, sur les côtés et de bas en haut, en refoulant le tube digestif du côté dorsal. La zone germinative au contraire n'acquiert toujours qu'un volume restreint; elle demeure sur la ligne médiane, appliquée contre la face inférieure du sac ovarien qui repose elle-même sur la chaîne nerveuse. Elle s'avance cependant vers l'avant et, dans les ovaires très développés, on la trouve à peu près à égale distance des extrémités antérieure et postérieure du corps. Ces faits rapprochent beaucoup l'ovaire des Chilognathes de *celui des Collemboles*, car chez ces derniers animaux le caractère le plus important des ovaires est précisément de prendre la forme d'un sac renfermant une zone germinative ne se localisant pas à l'extrémité antérieure.

» Les oogonies donnent naissance uniquement à des *oocytes;* il n'y a donc pas de cellules vitellogènes. Chaque oocyte s'entoure d'une capsule folliculaire qui demeure très mince pendant toute la durée de la formation de l'œuf. Cette capsule reste d'abord rattachée à la région de la zone germinative, au moyen d'un pédicule; ce dernier se rompt ensuite et les œufs, revêtus de leur follicule, remplissent la cavité ovarienne. La zone germinative fonctionne d'une manière à peu près continue, de sorte que l'on peut trouver dans l'ovaire simultanément des œufs à divers degrés de développement.

» Les phénomènes cytologiques qui se produisent dans l'œuf pendant son évolution présentent un grand intérêt. Les cellules de la paroi folliculaire demeurent très petites; en conséquence, l'activité des phénomènes chimiques liés à l'accroissement de l'œuf et à la formation du vitellus nutritif est surtout concentrée dans l'œuf lui-même. Elle s'y manifeste par certains signes très caractéristiques affectant les éléments chromatiques. Dans la vésicule germinative il y a tout au début accroissement notable des granulations chromatiques qui demeurent très colorables. Puis ce sont les taches germinatives qui grossissent beaucoup, retiennent très fortement les colorants et deviennent très vacuolaires. On n'observe dans la règle qu'une tache germinative dans un œuf; parfois cependant on en trouve deux ou même trois. Dans le cytoplasma ovulaire apparaît de très bonne heure une matière différenciée spéciale que je désignerai simplement sous le nom de *substance cytochromatique*. Elle augmente très rapidement en quantité de manière à occuper bientôt une très grande partie de l'œuf. Elle se présente sous des formes assez diverses suivant les différents œufs et les différents stades d'un même œuf. Le plus souvent elle revêt la forme d'un long boyau entourant plus ou moins complètement la vésicule germinative. La substance cytochromatique paraît être identique à celle qui constitue les taches germinatives visibles en même temps dans la vésicule germinative. Elle possède les mêmes affinités pour les matières colorantes et se creuse de vacuoles absolument identiques. Les corps formés par la substance cytochromatique ont été signalés chez d'autres animaux, particu-

lièrement par Némec (1897) chez divers Myriapodes et par Jatta (1882) et Van Bambeke (1898) chez *Pholcus*. Ces corps représenteraient, surtout pour ce dernier auteur, le noyau vitellin de Balbiani.

» Sans me prononcer sur ce dernier point, je puis dire que dans *Polyxenus lagurus* on est conduit logiquement à reconnaître que la substance cytochromatique représente une différenciation protoplasmique spécialement *destinée à l'élaboration des matières assimilables dont l'œuf a besoin.* »

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Action de l'émulsine sur la salicine et l'amygdaline. Théorie de l'action de l'émulsine.* Note de MM. **Victor Henri** et **S. Lalou**, présentée par M. Alfred Giard.

« L'étude de l'action de l'émulsine sur la salicine avait conduit l'un de nous à émettre l'hypothèse que le ferment formait avec la salicine et avec les produits de la réaction des combinaisons intermédiaires incomplètes, se produisant d'après la loi de l'action des masses. En établissant la formule mathématique qui représente la vitesse d'hydrolyse de la salicine, on arrive à la même expression, d'une part lorsqu'on suppose que c'est la partie libre du ferment qui agit, et d'autre part si l'on suppose que c'est la combinaison intermédiaire entre le ferment et l'émulsine qui se décompose en régénérant le ferment. Cette incertitude apparaît dans un grand nombre de réactions catalytiques *médiates*, c'est-à-dire se produisant avec formation de combinaisons intermédiaires. Il était donc important de chercher une méthode qui puisse donner une réponse pour l'une ou l'autre de ces deux hypothèses. La méthode que nous avons employée consiste à étudier la vitesse d'action de l'émulsine sur deux glycosides séparément et sur leur mélange; nous avons donc étudié l'action sur la salicine, sur l'amygdaline et sur le mélange des deux. Cette « méthode de combinaison » présente de grands avantages pour l'étude des ferments, ainsi qu'il le sera montré par l'un de nous avec M. Larguier des Bancels.

» Voici d'abord quelques résultats numériques. Les expériences ont été faites à 26°; dans les huit premières séries 80^{cm^3} de la solution de glycoside étaient additionnés de 10^{cm^3} de solution d'émulsine; dans les huit dernières on ajoutait 5^{cm^3} d'émulsine, plus 5^{cm^3} d'eau. Les dosages ont été faits avec le polarimètre et par la méthode de Volhard avec le nitrate d'argent au $\frac{1}{10}$ normal. Les nombres suivants indiquent les variations de la rotation du plan de polarisation et les nombres de gouttes de la solu-

tion de nitrate d'argent au $\frac{1}{10}$ normal; nous désignons par S la salicine, par A l'amygdaline.

Durées.	1° S 4 %	2° S 2 %	3° A 2,5 %		4° A 1,25 %		5° S 4 % + A 2,5 %		6° S 4 % + A 1,25 %		7° S 2 % + A 2,5 %		8° S 2 % + A 1,25 %	
46m	1°,08	0°,67	0°,97	14 g.	0°,90	12 g.	1°,15	9 g.	1°,05	7 g.	1°,05	9 g.	0°,97	11 g.
130m	2°,25	1°,58	2°,38	26 g.	1°,57	17 g.	2°,82	19 g.	2°,67	15,5 g.	3°,63	20 g.	2°,33	16 g.
265m	3°,45	2°,32	3°,15	33 g.	1°,56	18 g.	4°,65	29 g.	4°,15	17 g.	4°,22	28,5 g.	3°,30	16,5 g.

Durées.	9° S 4 %	10° S 2 %	11° A 2,5 %		12° A 1,25 %		13° S 4 % + A 2,5 %		14° S 4 % + A 1,25 %		15° S 2 % + A 2,5 %		16° S 2 % + A 1,25 %	
62m	0°,68	0°,53	0°,70	8 g.	0°,75	9 g.	0°,77	5 g.	0°,82	6 g.	0°,75	6 g.	0°,78	6 g.
175m	1°,67	1°,28	1°,85	19 g.	1°,55	17 g.	2°,08	13 g.	2°,05	12 g.	1°,97	15 g.	1°,87	13 g.
265m	2°,18	1°,60	2°,53	24 g.	1°,60	18 g.	2°,53	17 g.	2°,75	15 g.	2°,77	21 g.	2°,42	15 g.

» La limite d'hydrolyse de la salicine à 4 pour 100 par l'émulsine correspond à une rotation de 6°,30 et pour l'amygdaline à 2,5 pour 100 à une rotation de 3°,17.

» L'examen des résultats précédents montre que :

» 1° La vitesse d'action de l'émulsine sur un mélange de salicine et d'amygdaline est inférieure à la somme des vitesses d'action de la même quantité d'émulsine sur la salicine seule et l'amygdaline seule.

» 2° La vitesse de l'action sur le mélange est plus grande que chacune des vitesses isolées; comme on a affaire à des catalyses médiates on en déduit que ce sont les combinaisons intermédiaires entre le ferment et chacun des corps à transformer qui se décomposent.

» 3° La différence entre la vitesse d'action sur le mélange et la somme des vitesses isolées est d'autant plus grande que les concentrations en glycosides sont plus fortes; ce résultat est conforme aux conclusions qui résultent de la théorie de l'action des diastases développée par l'un de nous.

» En résumé *la méthode de combinaison* consistant à étudier l'action de l'émulsine sur un mélange de deux glycosides apporte une preuve nouvelle pour la théorie de l'action de l'émulsine développée par l'un de nous, et elle permet de conclure que l'émulsine forme une combinaison intermédiaire avec le corps à transformer, et que c'est cette combinaison intermédiaire qui se décompose en régénérant le ferment. Nous communiquerons prochainement avec M. Larguier des Bancels des résultats de même nature obtenus pour la digestion tryptique de la gélatine et de la caséine. »

BOTANIQUE. — *Sur les formes tératologiques du* Sterigmatocystis nigra *privé de potassium.* Note de MM. MOLLIARD et H. COUPIN, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Des cultures de *Sterigmatocystis nigra*, faites en liquide de Raulin stérilisé, nous ont présenté de grandes différences dans la morphologie du Champignon, lorsqu'on le prive d'un des éléments nécessaires à son développement maximum ; nous ne nous occuperons, dans cette Note, que de l'influence du potassium. Le liquide que nous avons employé est celui dont Raulin a indiqué la formule, moins le silicium, le fer et le zinc dont l'un de nous (¹) a fait connaître l'inutilité ou la nocivité.

» L'aspect général des cultures est tout différent lorsqu'on s'adresse au *Sterigmatocystis* développé dans le liquide nutritif complet ou au Champignon que l'on a privé de potassium. Dans ce dernier cas, le tapis mycélien est peu épais, non consistant; quand les spores se sont développées, la surface supérieure, au lieu d'être d'un noir uniforme comme dans le liquide normal, est d'une teinte cendrée violacée; les appareils conidiens sont clairsemés et apparaissent comme cotonneux.

» Nous voyons déjà que l'absence de potassium a une influence manifeste sur l'intensité du phénomène de sporulation, mais c'est surtout dans la constitution des appareils conidiens que cette influence est remarquable. Rappelons que, dans le liquide renfermant du potassium, ces derniers sont constitués par une tête renflée portant une série de *basides* qui, elles-mêmes, se différencient en un certain nombre de filaments ou *stérigmates* qui donnent naissance aux conidies.

» Lorsque le Champignon est privé de potassium, la régularité de forme des appareils conidiens disparaît et ceux-ci subissent des modifications, très variables dans le détail, mais qui peuvent se ramener à trois types principaux :

» 1° *Transformation des basides ou des stérigmates en filaments mycéliens.* — A côté de basides restant normales et dont les stérigmates portent des spores plus petites que les spores apparaissant en présence du potassium et surtout à exine beaucoup moins fortement colorée, on voit certaines basides s'allonger en des filaments qui dépassent de beaucoup le contour général de l'appareil conidien.

» 2° *Formation d'appareils conidiens sur les filaments issus des basides.* — Certains filaments, dont nous venons d'indiquer l'origine, se renflent, à une grande distance de leur point d'origine, en des têtes secondaires plus petites que la tête primitive; ces têtes secondaires ne portent généralement aucune baside; ce sont des stérigmates qui s'insèrent directement sur elles et portent chacun un chapelet de

(¹) HENRI COUPIN, *Sur la nutrition du* Sterigmatocystis nigra (*Comptes rendus*, 1903, 1er sem.).

spores, le plus souvent peu nombreuses; remarquons que ces appareils conidiens secondaires réalisent la disposition des *Aspergillus*.

» Certains des stérigmates des têtes secondaires peuvent, à leur tour, se développer en des filaments mycéliens qui redonnent des appareils conidiens de troisième ordre, plus rudimentaires que les précédents et subissant encore le même phénomène de prolifération. Les filaments nés sur les têtes de deuxième ou de troisième ordre peuvent présenter à leur extrémité, au lieu d'une tête renflée, une ramification plus ou moins abondante, qui rappelle la disposition qu'on observe normalement dans le genre *Penicillium*.

» 3° *Germination sur place des conidies.* — Dans les cultures âgées de 3 mois environ, on voit apparaître sur les appareils conidiens une masse floconneuse, ayant une autre origine que les filaments que nous venons de décrire et au milieu desquels elle se trouve maintenue; elle provient de la germination sur place, et dans l'atmosphère, d'un certain nombre de conidies. Cette germination aboutit plus ou moins directement à la formation de cellules renflées, à parois épaisses, c'est-à-dire de *chlamydospores*. La conidie peut se transformer presque de suite en une chlamydospore; elle fait éclater son exine, qui subsiste sur le côté, et prend une forme subsphérique, son diamètre s'accroissant de quatre fois environ.

» Plus souvent, la conidie germe en un filament de longueur variable et c'est ce dernier qui se ramifie brièvement et se renfle irrégulièrement en une ou plusieurs chlamydospores.

» On n'obtient jamais de pareilles germinations sur les cultures opérées en liquide non privé de potassium.

» En résumé, la privation de potassium entraîne dans la morphologie du *Sterigmatocystis nigra* des modifications qui portent surtout sur les appareils conidiens.

» *a.* Les spores ont une grande difficulté à se former et les têtes conidiennes prolifèrent abondamment. Cette prolifération rappelle, d'une manière très nette, celle que l'un de nous décrira prochainement pour les capitules du *Matricaria inodora* et du *Senecio Jacobæa*, où une nutrition défectueuse apparaît aussi comme la cause du phénomène.

» *b.* On observe à la fois des appareils conidiens de structure correspondant aux genres *Sterigmatocystis*, *Aspergillus* et *Penicillium* ([1]).

» *c.* Lorsqu'elles arrivent à se constituer, les conidies sont plus petites et moins cutinisées.

» *d.* Elles germent sur place en donnant des chlamydospores. »

([1]) Ray (*Variations des Champignons sous l'influence du milieu*, 1897) a observé des modifications du même ordre pour le *Sterigmatocystis alba*, cultivé sur des liquides sucrés; nous pensons que c'est précisément à l'absence du potassium ou d'un autre élément minéral dans ces liquides qu'elles doivent être attribuées.

BOTANIQUE. — *Le* Cryptostegia madagascariensis, *Asclépiadée textile.* Note de M. **Henri Jumelle**, présentée par M. G. Bonnier.

« Nous avons déjà, dans des Notes antérieures (¹), fait l'étude du *Cryptostegia madagascariensis* (ou *lombiro* des Sakalaves) comme plante à caoutchouc; et nous avons établi que ce caoutchouc est médiocre. Peut-être l'espèce est-elle plus intéressante au point de vue textile, bien qu'on ne l'ait jamais, croyons-nous, signalée comme telle dans les Ouvrages. M. Dodge, dans son Traité récent si complet, ne cite que le *Cryptostegia grandiflora* de la Réunion et de l'Inde; et encore ajoute-t-il que cette plante ne lui est connue que par une brève mention de Spon, indiquant que la filasse en est fine, résistante, semblable au lin et propre à donner des fils d'une grande finesse.

» C'est pourtant couramment que, dans le nord-ouest de Madagascar, les Sakalaves emploient la filasse du *Cryptostegia madagascariensis*. D'après les renseignements que nous fournit M. Perrier de la Bathie, la décortication des tiges de *lombiro* est opérée à la main par les indigènes et c'est encore à la main que les filaments fibreux sont ensuite dégagés du reste de l'écorce. Ils servent principalement pour la fabrication de cordelettes, de lignes à pêcher et de filets.

» Que vaut exactement cette filasse? Il nous a paru d'autant plus à propos de le préciser que, dans la même région de Madagascar, elle est utilisée concurremment avec celle d'*Urena lobata*, sur laquelle l'attention a été attirée en ces derniers temps (²), à la suite des recherches effectuées au Brésil. Et l'on sait que la conclusion de ces essais serait que la filasse d'*Urena* (ou *aramina*) remplacerait avantageusement le jute. La filasse de *lombiro* vaut-elle mieux ou moins, à son tour, que l'aramina?

» A première vue elle est beaucoup plus belle que cet aramina. Ses filaments sont bien, il est vrai, plus courts, car les écheveaux que nous avons reçus n'avaient guère que 55^{cm} à 60^{cm} de longueur (au lieu de $1^{m},70$ à 2^{m}); mais ils sont d'une blancheur

---

(¹) H. Jumelle, *Les plantes à caoutchouc du nord-ouest de Madagascar* (*Revue générale de Botanique;* 1901).

(²) H. Jumelle, *Sur la filasse appelée* ramie indigène *à Madagascar* (*Annales coloniales;* 1903).

éclatante, au lieu de présenter la coloration grisâtre ou gris noirâtre des lanières d'*Urena*.

» Et un examen plus minutieux ne fait que confirmer cette première impression. Tandis que les fibres élémentaires d'*Urena* sont courtes ($2^{mm},3$ à 3^{mm}), celles de lombiro que nous avons mesurées avaient entre 1^{cm} et 5^{cm}, et, la plupart du temps, de $2^{cm},5$ à $3^{cm},5$.

» Par l'action successive de la solution iodo-iodurée et de l'acide sulfurique, elles prennent une coloration bleue très nette, quoiqu'un peu plus pâle que celle du chanvre. Du reste, lorsque la solution iodée est faible, le bleuissement est plus lent que chez le chanvre; on n'obtient encore qu'une coloration bleu violet ou bleu mauve alors que le chanvre est déjà bleu. Dans les mêmes conditions, l'abaca (dont les fibres bleuissent également par le réactif iodo-sulfurique fort) acquiert une teinte d'un mauve plus prononcé.

» Le sulfate d'aniline, d'autre part, ne donnant même pas à la filasse de *lombiro* la légère coloration jaune superficielle qu'il communique au chanvre, on voit que nous avons une filasse nettement cellulosique, qui cependant se dissout beaucoup moins facilement que le chanvre dans le réactif de Schweizer.

» La largeur totale des fibres est, en général, quelle que soit leur longueur, de $0^{mm},0175$; et le diamètre du canal correspond au cinquième, à peu près, soit $0^{mm},0035$.

» Quant aux filaments fibreux, leur diamètre varie de $0^{mm},100$ à $0^{mm},180$; et ils semblent ordinairement formés par la réunion, au même niveau, de 25 à 30 fibres élémentaires. C'est ce qu'indique déjà la dissociation de quelques-uns de ces filaments examinés au microscope, et c'est ce que confirme l'examen de la section transversale des rameaux de la plante.

» Sur cette coupe, en effet, les faisceaux fibreux, qu'on trouve localisés dans le péricycle comme le laissait pressentir la nature cellulosique des membranes, sont visibles sous forme d'îlots très rapprochés, disposés sur un seul rang; et chacun comprend : dans les rameaux de 4^{mm} de diamètre, 25 à 30 fibres constituant un groupement de $0^{mm},120$ de diamètre moyen; et, dans les rameaux de 1^{cm} de diamètre, une quarantaine de ces fibres, constituant un faisceau de $0^{mm},200$ environ.

» La grosseur un peu moindre que nous avons indiquée plus haut pour les brins de filasse s'explique évidemment par la dessiccation qu'ils ont subie après l'extraction.

» Pour nous rendre compte maintenant de la résistance de cette filasse *lombiro*, comparée à celles du chanvre d'Italie et de l'*Urena lobata* de Madagascar, nous avons fait fabriquer par un même ouvrier, à la main, avec ces trois textiles des ficelles à deux fils, de même grosseur (2^{mm} de diamètre).

» Pour une même longueur de $1^{m},90$, ces ficelles se sont rompues sous les charges moyennes suivantes : chanvre d'Italie, 40^{kg}; *lombiro*, 18^{kg}; filasse d'*Urena*, 14^{kg}.

» Ce sont des résultats analogues que nous avons obtenus en répétant les expériences précédentes avec de simples fils de caret de $2^{mm},5$ de diamètre, car ces fils se sont rompus sous les poids de : $19^{kg},500$ pour le chanvre d'Italie, $10^{kg},300$ pour la filasse de *lombiro*, $6^{kg},800$ pour la filasse d'*Urena*.

» Ajoutons que, au peignage, 210^{g} de la filasse telle que nous l'avons reçue ont laissé sur le peigne 92^{g} d'étoupe, soit 43 pour 100 environ. Avec la filasse de première qualité, restée dans la main de l'ouvrier, il a été fait 15^{m} de corde à 3 fils de

3^{mm} de diamètre, pesant 72^g, et 16^m de ficelle à 2 fils, de 2^{mm} de diamètre, pesant 35^g. Les 92^g d'étoupe ont donné 5^m,45 de corde à 4 fils, de 6^{mm},5 de diamètre.

» Tous ces cordages sont d'une très grande blancheur, qui les rend bien distincts des cordages en fibres d'*Urena* qui sont, au contraire, gris foncé.

» Si donc on tient compte, à la fois, de la couleur, de la composition chimique et de la résistance, on voit que cette filasse de *Cryptostegia madagascariensis* est, en définitive, de qualité nettement supérieure à celle de l'*Urena lobata*, qu'on vient pourtant de recommander déjà comme un textile lui-même supérieur au jute.

» Ces remarques ne diminuent, du reste, en rien l'intérêt de l'*Urena lobata*, qui croît à l'état sauvage dans les pays les plus divers de la zone tropicale, tandis que le *lombiro* est localisé dans le nord-ouest de Madagascar; mais c'est au point de vue spécial d'une région importante de notre colonie africaine qu'il nous a paru bon de signaler ce nouveau textile. »

CRYPTOGAMIE. — *Sur un nouveau groupe de Champignons, les* Bornétinées, *et sur le* Bornetina Corium *de la Phthiriose de la Vigne.* Note de MM. **L. Mangin** et **P. Viala**, présentée par M. L. Guignard.

« Dans une précédente Communication [1], nous avons établi que la Phthiriose, maladie de la Vigne assez grave en Palestine, était due à la symbiose d'une Cochenille, le *Dactylopius Vitis*, et d'un Champignon, le *Bornetina Corium*. Les éléments histologiques constants de la gaine mycélienne, qui enveloppe la racine de la Vigne d'un long fourreau imperméable, sont constitués par : 1° des spores brunes, verruqueuses; 2° un mycélium délicat tapissant la face interne du manchon; 3° un feutrage de filaments épais et réfringents, agglomérant des grains de sable, et qui constitue la masse coriace et épaisse de la gaine.

» Les nombreuses cultures, que nous avons réalisées dans les milieux les plus variés, démontrent que ces divers éléments appartiennent à une seule et même espèce, le *Bornetina Corium* Mangin et Viala.

» Cette espèce possède un mycélium végétatif constitué par des filaments cylindriques à parois minces, cloisonnés plus ou moins régulièrement et présentant, au niveau des cloisons, les formations en boucles observées depuis longtemps chez certains Basidiomycètes; le diamètre de ces filaments varie de 1$^\mu$ à 3$^\mu$. Pendant la

---

(1) *Comptes rendus*, 9 février 1903.

première période de la végétation, les filaments mycéliens sont rectilignes et très longs avec de nombreuses ramifications latérales naissant au niveau des cloisons à boucles, tantôt isolément, tantôt deux par deux. Sur ce mycélium, quand la végétation est assez avancée, les cloisons se multiplient et de nombreux rameaux courts se développent latéralement; c'est l'indice que la sporulation va avoir lieu.

» Au lieu de rester minces, les filaments latéraux s'épaississent souvent d'une façon telle qu'il ne reste plus, comme vestige de la cavité cellulaire, qu'un mince canal central. Il en résulte des filaments incolores, réfringents, dont le diamètre devient bientôt plus considérable que celui du mycélium végétatif (4^{μ} à 8^{μ}); ils se feutrent et forment une masse coriace ayant la consistance du cuir ou du caoutchouc. Ce sont ces filaments qui constituent la masse principale, le *cuir mycélien*, de la gaine des racines phthiriosées.

» Les filaments du cuir sont assez régulièrement cylindriques à la partie interne de la gaine ou à la surface des cultures, mais, à la partie externe, ils s'épaississent et se gonflent en chapelets ou en boucles dont le diamètre devient considérable et atteint 20^{μ}, 30^{μ} ou 40^{μ}. En même temps, ils se transforment en un mucilage qui les soude en un feutrage imperméable et qui agglutine les particules terreuses si abondantes dans les fourreaux des racines phthiriosées. L'imperméabilité de la gaine ainsi constituée ne tarde pas à déterminer, par asphyxie, la mort des racines épuisées déjà par les piqûres répétées des *Dactylopius;* c'est pour cela aussi que les traitements au sulfure de carbone doivent être pratiqués avant la formation de ce feutre imperméable.

» Le *B. Corium* produit ses spores à la partie interne du cuir des gaines, ou à la surface des cultures, sur des rameaux arborescents et serrés. Ces spores naissent dans des sporanges monosporés; elles sont donc endogènes et leur formation rappelle celle de certaines Mucorinées. Les rameaux sporifères sur lesquels elles se forment s'allongent et s'élargissent en fuseau, après s'être séparés des segments végétatifs par des cloisons rapprochées. Le contenu protoplasmique dense de ces renflements se contracte et s'entoure bientôt d'une membrane propre sphéroïdale, c'est l'endospore. Bientôt, dans l'espace qu'elle laisse entre sa partie externe et la membrane mycélienne du sporange, on voit apparaître l'exospore qui développe des ornements, sortes de baguettes, de mamelons ou de crêtes qui s'allongent en direction radiale et viennent adhérer à la membrane du sporange dont le diamètre a augmenté. Peu à peu les contours de cette membrane perdent leur netteté et elle disparaît plus ou moins complètement, laissant parfois des fragments soudés aux ornements de l'exospore. Toutefois, les extrémités du sporange fusiforme persistent jusqu'à la maturité et forment, sur les ornements, en direction opposée, deux protubérances, l'une faible et arrondie ou *calotte,* l'autre souvent très longue, base du sporange constituant le *manche.* La calotte disparaît assez souvent sur les spores mûres; par contre, le manche persiste presque toujours en un filament court et arqué dans lequel l'exospore envoie parfois un diverticule. L'endospore lisse et l'exospore verruqueuse se colorent en brun-chocolat, mais les ornements sont rarement colorés. Les spores ont de 8^{μ} à 12^{μ} de diamètre.

» Ainsi défini par son mycélium végétatif à cloisons pourvues de boucles, par ses sporanges monosporés, par ses filaments réfringents constitutifs de

la masse coriace ou cuir, le *Bornetina Corium,* ne rentre pas dans le cadre actuellement admis pour les Champignons.

» Nous avions songé d'abord à ranger notre espèce dans les Ustilaginées, et, parmi les divers genres de ce groupe auxquels nous l'avions comparée, le genre *Ustilago* seul présente quelques espèces dont les spores, par leur forme et leurs ornements, y compris le vestige de la base du filament mycélien formateur, rappellent celles du *Bornetina;* mais l'analogie s'arrête là. Le mycélium du *B. Corium,* qui représente l'appareil le plus constant de cette plante, s'éloigne de celui des Ustilaginées et se rapproche de celui d'un certain nombre de Basidiomycètes par la présence des cloisons à boucles. Et nous pourrions faire du *B. Corium* un Basidiomycète dépourvu d'appareil sporifère et possédant, d'une manière permanente, les conidies qui n'existent que temporairement chez les vrais Basidiomycètes. Enfin le mycélium réfringent (cuir) possède des affinités d'une autre nature. Rien de ce que nous connaissons chez les Champignons ne lui ressemble, et, pour trouver des tissus qui se gonflent et se gélifient comme le cuir du *Bornetina,* il faut les chercher dans les Algues. Les filaments du cuir rappellent, en effet, la gaine de certaines espèces de *Scytonema,* et leur désagrégation a lieu comme les cellules du thalle de beaucoup d'espèces d'Algues, notamment du *Chondrus crispus,* du *Chorda filum,* etc.

» Le *Bornetina Corium,* par ses affinités multiples, constitue donc un groupe spécial, celui des BORNÉTINÉES, que nous rangerons provisoirement entre les Ustilaginées et les Basidiomycètes. »

BOTANIQUE. — *Sur la symétrie bilatérale des radicelles de* Pontederia crassipes *Mart.* Note de M. **CHIFFLOT**, présentée par M. Guignard.

« La structure bilatérale des radicelles de *Trapa natans* L., signalée tout récemment [1] par M. Quéva, n'est pas un fait isolé parmi les plantes phanérogames.

» Les radicelles de *Pontederia crassipes* Mart. (*Eichhornia speciosa* Kunth) montrent également cette structure très particulière. Ces radicelles sont isostiques, ainsi que M. Van Tieghem l'a montré [2]; mais l'éminent

---

(1) C. QUÉVA, *Structure des radicelles de la Mâcre* (*Comptes rendus,* 30 mars 1903).

(2) VAN TIEGHEM, *Recherches sur la symétrie et la structure des plantes vasculaires* (*Annales des Sciences naturelles,* 5e série, t. XIII, 1871, p. 159).

botaniste, en décrivant la structure du cylindre central, lui conserve une symétrie axiale et il insiste sur l'absence dans ces organes de l'assise rhizogène ([1]).

» Il nous paraît donc nécessaire de décrire à nouveau, pour compléter nos connaissances à ce sujet, la structure de la racine adventive et celle des radicelles de cette plante aquatique.

» Le cylindre cortical de la racine adventive est formé d'une assise pilifère à parois minces et à cellules étroites et rectangulaires, qui ne donnent que très rarement naissance à des poils absorbants. *La paroi de ses cellules reste indéfiniment constituée par de la cellulose.*

» L'écorce externe débute par une assise d'éléments *fortement subérifiés*, légèrement plus grands que ceux de l'assise pilifère. Plus intérieurement, suivent trois assises de cellules polygonales, qui ne laissent pas de méat entre elles, et à parois minces et cellulosiques.

» L'écorce externe se termine par des cellules allongées radialement, formant des murs unisériés et séparés les uns des autres par de larges canaux aérifères.

» L'écorce interne est formée de cinq à six assises de cellules rectangulaires, disposées en files radiales et en cercles concentriques avec des méats losangiques aux points de jonction. L'assise la plus interne constitue un endoderme avec des plissements nets et subérifiés.

» Le cylindre central débute par un péricycle à cellules alternant avec celles de l'endoderme, mais un peu plus allongées radialement, et sur lequel s'appuient dix à douze faisceaux ligneux qui, eux-mêmes, s'unissent par groupes de deux ou trois à quatre gros vaisseaux plus profondément situés, non confluents au centre. Entre chaque branche ligneuse, existe toujours un seul tube criblé pentagonal qui s'appuie sur le péricycle. Entre ce tube criblé et les deux branches ligneuses voisines, on trouve deux à trois rangs de cellules conjonctives. La moelle, large, est très légèrement lignifiée.

» La structure des radicelles, qui naissent dans le péricycle et qui s'accroissent seulement à l'aide de deux initiales ([2]), diffère beaucoup de celle de la racine adventive.

» L'assise pilifère qui, ainsi que l'a décrit M. Van Tieghem ([3]), provient du développement de l'assise périphérique de l'épistèle, ne développe jamais de poils absorbants. Les parois de ses cellules *sont toujours constituées par de la cellulose* dans la partie de l'organe qui s'étend de la pointe de la poche jusqu'à une faible distance au-dessus de la partie supérieure. Au-dessus, elle est *nettement subérifiée*, ce qu'on peut mettre en évidence à l'aide des réactifs différentiels signalés par M. Pison ([4]). *La fonction protectrice de l'assise subéreuse de la racine adventive est donc, fait*

([1]) Van Tieghem, *loc. cit.*, p. 275.

([2]) Van Tieghem, *loc. cit.*, p. 316.

([3]) Van Tieghem, *loc. cit.*, p. 316.

([4]) Pison, *Nouvelles colorations des tissus subéreux* (*Association française pour l'avancement des Sciences*, 1889, IIe Partie, p. 454-456).

important à signaler, remplie dans les radicelles par l'assise pilifère persistante au delà de sa surface absorbante.

» L'écorce externe comprend une douzaine de cellules larges, trapéziformes, un peu allongées radialement. L'écorce interne est formée de sept à huit cellules ovoïdes disposées, tantôt en opposition directe, tantôt en alternance avec les cellules de l'écorce externe et séparées de celles-ci par des méats losangiques ou triangulaires. L'endoderme comprend le même nombre de cellules que l'écorce interne. Ses éléments sont aplatis et conservent les plissements subéreux semblables à ceux de la même assise dans la racine adventive. Le cylindre central très grêle (18^{μ} de diamètre) n'a pas de péricycle. Le faisceau ligneux n'est signalé que par un seul vaisseau annelé de section polygonale, qui s'appuie sur l'endoderme.

» Le liber est formé de deux tubes criblés pentagonaux, appuyés contre l'endoderme et séparés du vaisseau ligneux par une ou deux cellules.

» Une dizaine de cellules polygonales forment entre le bois et le liber un tissu conjonctif sans méat.

» Si la coupe de la radicelle a été faite dans la partie qui porte la poche, la structure reste la même, sauf que l'assise pilifère y présente des parois cellulosiques. Mais la radicelle est entourée là par une ou trois assises de cellules, suivant que la coupe passe près de la partie supérieure ou de la partie moyenne de la poche.

» Ajoutons que le plan des radicelles passe toujours par l'axe de la racine adventive et que l'unique vaisseau est tourné du côté de celle-ci.

» En résumé, la symétrie des radicelles de *Pontederia crassipes* Mart. est donc nettement bilatérale, par suite de la réduction, due vraisemblablement au milieu ambiant, des systèmes ligneux et libériens. De plus, l'absence de l'assise rhizogène, caractéristique de ces radicelles, entraîne l'absence de radicelles de deuxième ordre qui, dans cette plante, n'existent en effet jamais. Des coupes longitudinales, faites au voisinage du sommet de la racine adventive, ne permettent pas de dire que la formation de radicelles de deuxième ordre, qui pourraient exister accidentellement, puisse se produire par l'intermédiaire de l'endoderme.

» Enfin le rôle protecteur de la racine adventive, dévolu à l'assise subéreuse, est, chez les radicelles, rempli par l'assise pilifère, du moins dans une région qui commence un peu au-dessus de la partie supérieure de la poche et qui se continue jusqu'à son insertion sur la racine adventive. »

PÉTROGRAPHIE. — *Sur la présence de cristaux macroscopiques d'albite dans les dolomies du Trias de la Crète.* Note de M. L. Cayeux, présentée par M. Michel Lévy.

« J'ai observé de nombreux cristaux macroscopiques d'albite dans les dolomies et cargneules triasiques de la Crète occidentale. Ils se présentent

sous la forme d'éléments très aplatis suivant $g^1(010)$, tabulaires ou même lamellaires. Les faces les plus fréquentes sont $p(001)$, $g^1(010)$, $m(1\bar{1}0)$, $g^2(130)$, ${}^2g(1\bar{3}0)$, $a^{\frac{1}{2}}(\bar{2}01)$, $b^{\frac{1}{2}}(\bar{1}\bar{1}1)$, $c^{\frac{1}{2}}(1\bar{1}1)$. Les faces $m(1\bar{1}0)$ sont toujours très rudimentaires; les faces $g^2(130)$ produisent sur $g^1(010)$ une petite gouttière des plus caractéristiques qui ne fait jamais défaut; les cristaux présentent souvent un allongement très accusé suivant l'arête g^1, $c^{\frac{1}{2}}(010)(1\bar{1}1)$. Le clivage $p(001)$ est très visible sur $g^1(010)$; la macle de l'albite se voit à la loupe; celle de Carlsbad est très rare. L'existence de la macle du Roc Tourné paraît douteuse.

» Tous les cristaux observés sont noirâtres; ils mesurent en moyenne un demi-centimètre dans $g^1(010)$; les plus grands atteignent $7^{mm},5$.

» La genèse de cette albite est indépendante du métamorphisme général du Trias de la Crète. Les cristaux ne se rencontrent qu'au voisinage d'une faille qui détermine un rejet d'un millier de mètres, en mettant en regard une masse de gypse et les dolomies ou cargneules qui la surmontent normalement. Il n'y a pas un seul cristal d'albite dans le gypse d'un côté de la faille; ils pullulent de l'autre côté dans les dolomies, et les plus gros se trouvent tout près de l'accident; ils disparaissent tous à quelques mètres de distance, du moins à l'état de cristaux macroscopiques. Tout se passe donc comme si l'origine des cristaux d'albite était liée à l'existence de la faille et à la nature dolomitique de la roche englobante.

» Les cristaux macroscopiques d'albite, signalés jusqu'à ce jour dans les terrains sédimentaires, ont été considérés soit comme des produits de métamorphisme développés sous l'influence de roches éruptives basiques, soit comme des formations d'origine hydrothermale. Ceux du Trias de l'île de Crète me paraissent en rapport étroit avec les dislocations du sol.

» L'albite en cristaux macroscopiques est connue depuis longtemps dans le Trias alpin, où elle a été signalée par Brochant de Villiers, Ch. Lory, etc. On sait par les travaux de ce dernier savant que ce minéral existe également en cristaux microscopiques dans tous les calcaires triasiques des Alpes françaises. Le Trias est le terrain favori de l'albite. Son aptitude à donner naissance à des cristaux de feldspath sodique, sous des conditions variées, et dans des formations sédimentaires aussi éloignées que celles des Alpes françaises et de la Méditerranée orientale, est une singularité dont il importe de faire ressortir la généralité. »

GÉOLOGIE. — *Observations sur des phénomènes de glaciation en Corse.* Note de M. PAUL CASTELNAU, présentée par M. Munier-Chalmas.

« L'exploration du massif du Monte-Rotondo en Corse, faite en vue d'un travail plus étendu sur la Géographie physique de cette région, nous ayant mis en présence de formes glaciaires typiques, nous croyons devoir les signaler, en raison non seulement de leur importance dans le modelé des hautes cimes granitiques de l'île, mais de ce fait qu'elles y deviennent les meilleures traces connues de son ancienne glaciation : condition qui, d'ailleurs simplement entrevue ou même controversée, n'avait pas encore été appuyée sur des faits précis.

» A ce titre figure, dans les hautes vallées du massif en question, un grand développement de roches moutonnées et surtout de cirques à modelé glaciaire bien caractérisé.

» Les premiers s'y traduisent par une belle zone de *polis glaciaires* apparaissant largement découverte sur les versants, dès qu'on atteint, à partir de 1500^m^, le point où les éboulis cessent de tapisser d'un épais manteau le flanc de ces vallées. En même temps s'observe, avec un élargissement marqué du thalweg, la forme d'auge à fond courbe si caractéristique du profil en travers des vallées glaciaires.

» Celle qui draine actuellement la Restonica est particulièrement nette à cet égard; c'est aussi celle dont les hautes pentes, au-dessous des crêtes, se montrent les mieux excavées de cirques glaciaires. De chacun d'eux descendent torrentiellement les affluents supérieurs de la Restonica; dans leur fond s'étalent, le plus souvent, les eaux plus tranquilles des lacs; mais tous, dans le principe, ont dû servir d'abri à des glaciers suspendus du type des *Gehänge* ou mieux *Kahrgletscher*.

» C'est ce dont témoigne la retombée typique de leurs parois très escarpées, non plus vers un seul point marquant, comme dans les bassins de réception des torrents, l'origine du canal d'écoulement, mais vers une ligne semi-circulaire de rupture de pente, circonscrivant un fond plat déprimé. Loin de se raccorder aussi directement avec la vallée, ils sont tous terminés par un abrupt où l'eau se précipite en cascade, et c'est seulement au pied de ce déversoir que commence le travail de régularisation de la pente par l'eau courante.

» Rien de semblable en amont. Une série de ressauts et de creux d'af-

fouillement occupés par des lacs témoigne assez que l'érosion glaciaire est entrée seule en jeu dans le modelé si imparfait du fond de ces cirques. Les cavités lacustres creusées en plein roc sont, d'ailleurs, le plus souvent bordées de belles roches polies, et les ressauts eux-mêmes très escarpés vers l'amont (*Lee-seite*) offrent en arrière des surfaces arrondies et striées (*Stass-seite*).

» Les plus vastes présentent leur fond si bien dénivelé que les lacs s'y disposent en série étagée. C'est le cas dans le nord-ouest du massif, du grand cirque de Rinoso. Deux cavités lacustres alimentées par des sources issues des éboulis s'y observent aux altitudes successives de 2060^{m} et 2048^{m}. C'est en même temps celui qui se présente le plus accidenté de bosses arrondies; c'est celui aussi où la discordance entre le tracé des ruisseaux et l'allure du fond est la plus complète. Indépendamment de ceux qui s'écoulent en sens inverse de la pente générale, on y voit celui qui se charge du drainage de l'ensemble vers la vallée franchir en cascade le plus important des ressauts sans l'entamer. D'autres fois, comme dans le cirque voisin de Pozzolo, la dépression, tout en conservant la même raideur de forme dans son enveloppe escarpée, est plus plate. Les eaux l'envahissent alors en grande partie, mais entrecoupées de belles pelouses tourbeuses constituant, sous le nom de *Pozzi*, les meilleurs pâturages de ces hautes régions.

» Dans le même sens apparaît ensuite, entaillé sur le revers sud des crêtes du Monte-Rotondo, le beau cirque de Bettianella. Une superficie de 7^{ha}, jointe à un arrêt plus complet qu'ailleurs des eaux en arrière d'un vigoureux barrage de roches moutonnées, lui permet de renfermer à 2280^{m} d'altitude le plus grand lac de la Corse.

» Non loin de là, un cirque plus complexe (Cirque de Melo) offre cette particularité de présenter ses parois découpées par un petit cirque parasite rempli d'eau (lac de Capitello). Cette cuvette haut perchée et dont le fond est notablement plus élevé que celui du cirque principal, porte encore bien la marque d'une érosion glaciaire, mais plus localisée et vraisemblablement due à une phase postérieure de glaciation, moins importante que la première.

» A cette première phase doivent être aussi attribuées, dans la haute vallée de Timazzo, des roches glaciaires (roches moutonnées, buttes allongées, polies et striées vers l'amont, escarpées en aval). Déjà signalées par M. J. Briquet, mais avec cette particularité qu'elles y deviennent l'œuvre d'un glacier de vallée (*Thalgletscher*), on les remarque en effet concentrées sur les bords très élargis d'un thalweg à forme d'auge à fond

courbe typique. Dans le sens opposé, longitudinal, son profil est déjà en grande partie régularisé par l'eau courante; seule subsiste sur son trajet une petite cavité lacustre peu profonde (lac du Monte-Rotondo) représentant une accentuation locale du creusement. Enfin c'est la région aussi où de véritables accumulations morainiques peuvent s'observer, en particulier dans le voisinage du lac précité où de grandes surfaces polies se montrent hérissées de blocs erratiques.

» Quoi qu'il en soit, tous ces phénomènes de glaciation paraissent jusqu'à présent limités à la haute montagne, ce qui semble indiquer que le massif du Monte-Rotondo, avec sa belle parure de cirques et de lacs glaciaires typiques, a été surtout soumis à un régime de glaciers locaux suspendus aux crêtes, et n'ayant pu qu'exceptionnellement descendre dans les vallées. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur l'existence de deux grands cercles d'instabilité sismique maxima*. Note de M. DE MONTESSUS DE BALLORE, présentée par M. de Lapparent.

« Il y a longtemps qu'on a dénommé *Cercle de feu* le pourtour du Pacifique, en raison des nombreux volcans qui le ceignent, et qu'on a, d'autre part, signalé la fréquence des tremblements de terre aux abords de la dépression méditerranéenne, idéalement prolongée jusqu'aux Antilles et à la plaine indo-gangétique. En ce qui concerne spécialement les régions sismiques instables, il est possible de donner un corps à cette conception au moyen du nombre considérable de séismes enregistrés jusqu'à nos jours, ou qui du moins me sont connus, 156878. Il est entendu que les secousses purement instrumentales, ou les microséismes, sont éliminées, leurs épicentres étant trop souvent inconnus. On n'a tenu compte que des macroséismes.

» Si l'on considère le grand cercle de la sphère terrestre, dont le pôle est le point 35° 40′ N. et 20° 40′ E. (Paris), et qu'on nommera *Ando-Japonais-Malais*, ou *du Pacifique*, on voit qu'une zone d'une quinzaine de degrés environ de part et d'autre de lui, renferme les épicentres de 64426 séismes, se répartissant comme il suit, en régions sismiques à la vérité très inégalement instables :

» DEUXIÈME QUADRANT OCCIDENTAL : *Nord*. — Andes du Nord, Antilles (de Porto-Rico à la Grenade), Panama et Darien ; 3494 séismes.

» *Sud*. — Andes du sud, Andes du centre, Guayaquil ; 6368 séismes.

» PREMIER QUADRANT OCCIDENTAL : *Nord.* — Versant atlantique du Costarica, Grandes Antilles, Honduras et Belize, Colombie britannique, Alaska ; 897 séismes.

» *Sud.* — Versant pacifique du Costarica, Nicaragua, Salvador, Guatémala, Mexique, Californie et Montagnes Rocheuses, Aléoutes ; 13018 séismes.

» PREMIER QUADRANT ORIENTAL : *Nord.* — Kamtchatka et côtes de la mer d'Ochotzk, Mongolie et Mandchourie, île Saghalien, ouest de l'île d'Yeso, Leao-Toung et Corée, côtes de Chine, île d'Haïnan, presqu'île de Malacca, nord de Sumatra (au nord de la ligne Bengkoelen-Singapoor); 2482 séismes.

» *Sud.* — Kouriles, reste du Japon, Formose et Liou-Kiou, Philippines, Mindanao, Bornéo, Moluques, sud de Sumatra, Java ; 38167 séismes.

» L'autre grand cercle, *Alpino-Caucasien-Himalayen-Néo-Zélandais*, ou *Méditerranéen*, a pour pôle le point 40°45′ N. et 152°30′ (W. Paris). Sa zone correspondante de même largeur renferme les épicentres de 84023 séismes et la répartition des régions sismiques est la suivante :

» DEUXIÈME QUADRANT OCCIDENTAL : *Nord.* — Açores, Galice et nord du Portugal, nord de la France, Suisse, Italie continentale, Europe centrale, Alpes orientales, Hongrie, Caucase ; 23962 séismes.

» *Sud.* — Iles du Cap Vert, Canaries, Madères, pays Barbaresques, Espagne et reste du Portugal, sud de la France (Alpes-Maritimes, Provence, Pyrénées), Baléares, Corse et Sardaigne, Sicile, Italie péninsulaire, Grèce, péninsule Balkanique, Syrie, Asie Mineure, Arménie; 50453 séismes.

» PREMIER QUADRANT OCCIDENTAL : *Nord.* — Caspienne orientale, Syr-Daria, Issyk-Koul, Afghanistan, flanc méridional de l'Himalaya, Assam, Birmanie, Tibet, Yun-nan; 6612 séismes.

» *Sud.* — Perse, Baloutchistan, Oude et Lahore, Pendjab, Indoustan, Ceylan, Andaman et Nicobar; 812 séismes.

» PREMIER QUADRANT ORIENTAL : *Nord.* — Nouvelle-Zélande (Ile du Nord et détroit de Cook); 1665 séismes.

» *Sud.* — Australie, Tasmanie, reste de la Nouvelle-Zélande; 360 séismes.

» DEUXIÈME QUADRANT ORIENTAL : *Sud.* — Les Guyanes (pour mémoire); 25 séismes.

» Tout le reste de la surface terrestre, hors de ces deux étroites ceintures, ne donne lieu qu'à 8429 séismes contre 148449, le vingtième seulement. Et l'on n'y rencontre que trois régions véritablement instables, la Baïkalie, la Kachgarie et le bassin du bas Weï-Ho.

» La répartition des régions sismiques n'est pas identique le long des deux zones. Dans celle du Pacifique, elles s'échelonnent sans interruption le long d'un arc immense de 225° (25600^{km}), du golfe d'Ancud (Chili méridional) à l'île Engano (sud de Sumatra). Dans la zone méditerranéenne, au contraire, elles se massent et débordent le cercle plus largement au Nord et au Sud sur un arc plus court de près de moitié, 114° seulement,

12 700^{km}, des Açores au Yun-Nan, en exceptant le centre indépendant et isolé d'instabilité de la Nouvelle-Zélande.

» Les deux grands cercles se coupent au sud et au large de l'île Pœloe-Nias et entre les Galapagos et le Darien. Leur angle est de 67° 5'.

» Les chiffres précédents font attribuer 41,07 pour 100 des séismes au cercle Pacifique contre 53,56 pour 100 au cercle Méditerranéen, avec un reliquat de 5,37 pour 100. La différence de 12,49 pour 100 en faveur du dernier est pratiquement négligeable, car elle peut très bien résulter simplement de ce fait que les observations y sont beaucoup plus anciennes que pour le cercle Pacifique.

» On peut donc dire que *la surface terrestre tremble presque uniquement et à peu près également le long de ses deux principales lignes de relief* (en entendant le mot *relief* de la différence de niveau entre le fond des océans et les crêtes montagneuses) et que *ces deux lignes d'instabilité se développent le long de deux grands cercles faisant entre eux un angle de* 67°. Le hasard est forcément étranger à un tel résultat. »

TÉRATOLOGIE. — *Sur un Poulet ayant vécu 7 jours après l'éclosion avec un second jaune inclus dans l'abdomen*. Note de M. **Frédéric Houssay.**

« Quand, au lieu du poids moyen de 55^{g} à 60^{g}, les œufs de poule atteignent environ 80^{g}, ils contiennent tantôt deux jaunes, tantôt un seul jaune avec une quantité exagérée d'albumine. Les deux possibilités sont connues, mais leur fréquence respective varie suivant les poules observées. Pour celles que j'étudie, j'ai constaté dix fois deux jaunes contre une fois un seul jaune. En mettant avec d'autres un de ces œufs en incubation, j'étais fondé à croire qu'il contenait deux jaunes.

» En pareil cas, Mitrophanow a signalé, en 1898, l'existence de deux blastodermes et, la même année, Féré a décrit, après 72 heures d'incubation, soit deux débuts d'embryons, soit un seul, soit aucun.

» Je laissai l'œuf aller jusqu'à l'éclosion. Il en sortit un seul poulet, bien conformé; toutefois il avait subi sur les autres un retard de 12 heures et tenait difficilement sur pied. Le lendemain il allait bien et pendant 7 jours $\frac{1}{2}$ vécut avec ses frères, puis fut trouvé mort. Notons que c'était un jeune mâle.

» Son ombilic était encore apparent par une croûte cicatricielle; au-dessous, tangent intérieurement, se trouvait un ombilic vitellin, obturé seulement parce qu'il reposait sur la cicatrice ectodermique. Une masse vitelline pesant 15^{g}, c'est-à-dire presque autant qu'un jaune complet (19^{g}), se trouvait dans une poche endodermique

doublée par la splanchnopleure et rattachée au tube digestif par le diverticule de Meckel, qui devient chez l'adulte le troisième cœcum. Le diverticule communiquait encore, mais faiblement, avec cette poche du jaune par une petite lumière où ne passait pas une tête de fine épingle, mais que traversait un crin de brosse.

» Sur ce poulet, la veine coccygeo-mésentérique, dont les ramifications peaussières forment des plaques sous-cutanées congestives, envoie à la partie inférieure de la poche endodermique une branche qui se ramifie et se diffuse en plages sanguines autour de l'ombilic vitellin. Ce premier territoire sanguin communique avec un second, d'où part un filet qui, réuni aux diverses veines mésentériques, se rend à la veine porte.

» Le jaune inclus ne porte aucune trace d'évolution embryonnaire, ni d'altération putride; son aspect est caséeux.

» Comment reconstituer les phénomènes du développement? Y avait-il un seul jaune, malgré la probabilité faible, et a-t-il simplement manqué d'être résorbé, en raison de la forte alimentation par l'allantoïde qui absorbait une quantité d'albumine plus grande qu'à l'ordinaire? L'explication serait peu vraisemblable; on aurait plutôt trouvé dans l'œuf un résidu d'albumine si celle-ci avait été en excès.

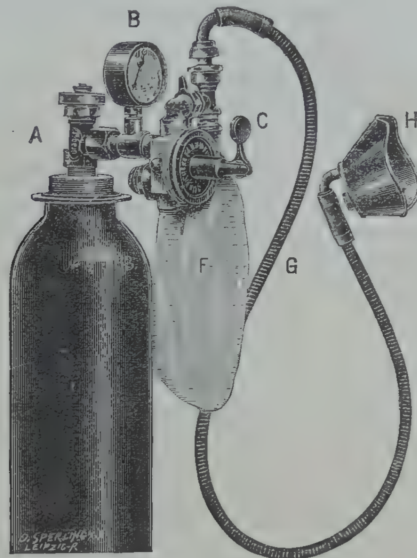
» Je crois qu'il y avait deux jaunes et qu'un seul a évolué. Le second, plus ou moins adhérent avec le premier, a été englobé par le développement de l'endoderme qui s'est poursuivi sur lui, si même, au cours de cette épibolie, les deux vitellus ne sont pas devenus confluents par rupture de membrane. Depuis le 19e jour de l'incubation, date ordinaire à laquelle se fait l'enclosion du sac vitellin dans les parois du corps, jusqu'à la mort, au total 11 jours, le premier jaune, ou son équivalent en quantité, a fini d'être résorbé par les vaisseaux sanguins et le tube digestif; le second, qui était en excès, est resté presque entier. L'obturation du diverticule de Meckel, réglée par l'état général de la différenciation, a surtout empêché que le vitellus supplémentaire ne disparaisse aussi comme une simple masse alimentaire.

» Ce fait est de nature à jeter quelque jour sur les monstruosités doubles, qui ne proviennent peut-être pas toutes, chez les oiseaux, d'une double cicatricule sur un vitellus unique. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Appareil à inhalation d'oxygène.* Note de M. Guglielminetti, présentée par M. d'Arsonval.

« Mes recherches, faites pendant 13 jours dans l'observatoire du mont Blanc, sur l'efficacité des inhalations d'oxygène contre le mal de montagne et le mal de ballon, ont contribué à la construction de cet appareil, qui permet de respirer l'oxygène directement du tube à compression, au moyen d'un *détendeur* manométrique, réglé de façon à ne laisser passer que 3^l d'oxygène par minute, quantité largement suffisante dans tous les cas où l'on a recours à des inhalations d'oxygène.

» Ce détendeur rend désormais inutiles les ballons en caoutchouc, dans lesquels les pharmaciens transvasent l'oxygène; ces ballons ne contenant qu'une trentaine de litres, à 2fr ou 3fr, rendaient l'emploi de l'oxygène en thérapeutique trop coûteux; en respirant au moyen de ce détendeur le gaz directement du tube à compression, les 30l ne reviennent qu'à 0fr,30, le tube de 1000l ne coûtant que 10fr.



A, Robinet de fermeture du tube d'oxygène.
B, Manomètre indiquant la pression et, par un calcul simple, le volume de gaz encore contenu dans le tube.
C, Bascule qui ouvre le courant d'oxygène et qui le ferme.
F, Réservoir d'oxygène du Dr Roth-Dräger.
G, Tube en métal.
H, Masque en métal.

» Le caoutchouc donne d'ailleurs une odeur désagréable au gaz; de plus, il se forme, par le frottement des parois internes du ballon en caoutchouc, des poussières qui peuvent être aspirées par le malade dans les bronches et dans les poumons.

» Un autre avantage de l'appareil est son masque en métal, facile à stériliser et dont la soupape pour l'expiration, en verre très léger, assure le bon fonctionnement.

» Pour permettre de ne pas respirer l'oxygène pur, il y a dans le masque une prise d'air extérieur.

» Le courant d'oxygène étant continu, le gaz qui s'écoule pendant l'expiration du malade se perdrait; un petit sac mince, placé sur le passage le long du tube de conduite, forme un réservoir, qui permet en même temps, par sa compression et

décompression isochrone aux mouvements respiratoires, de se rendre compte, objectivement, de leur fonctionnement.

» Un *deuxième appareil* contient dans sa boîte un tube de 110^{l} d'oxygène et peut être toujours prêt à fonctionner dans les cas d'alerte asphyxique, où souvent en gagnant quelques minutes on peut sauver une vie.

» Ce même détendeur peut servir pour transporter, dans très peu d'eau, du poisson vivant, sans changer l'eau en route.

» Réglé à 30^{l} d'oxygène par heure, par exemple, un tube de 700^{l} d'oxygène doit durer pendant 24 heures. Et c'est ainsi que 20^{kg} de truites de torrent ont fait, dans 80^{l} d'eau, le voyage de Suisse à Vienne, une vingtaine d'heures de chemin de fer, et tous les poissons sont arrivés en bon état. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *État variable des muscles actifs pendant la durée d'une contraction à l'ergographe.* Note de MM. **A. Imbert** et **J. Gagnière**, présentée par M. Marey.

« Pour inscrire cet état variable, les deux dernières phalanges du médius sont introduites dans un tube métallique de diamètre seulement suffisant et entouré lui-même d'un second tube plus large, aplati légèrement, mais avec lequel il n'a aucune liaison. Au repos, les deux tubes sont en contact du côté de la face dorsale du doigt, tandis que l'espace qui existe entre eux, du côté de la face palmaire du médius, est occupé par une poire en caoutchouc réunie à un tambour enregistreur. Le tube externe aplati est d'ailleurs relié, par deux bandes de métal, aux extrémités d'un même diamètre horizontal d'un anneau fixe qui entoure la première phalange du médius, et ce tube peut librement tourner autour de ce diamètre. On peut ainsi inscrire, non les valeurs successives de la contraction musculaire elle-même, mais celles de la composante à laquelle cette contraction donne naissance, suivant une direction normale à la face palmaire du médius.

» Nous avons étudié en particulier, au moyen de cette disposition et avec diverses vitesses du cylindre enregistreur, les modifications successives que présente le tracé de cette composante normale, d'une part, lorsque le poids soulevé en surcharge est constant et que les contractions se succèdent jusqu'à la fatigue; d'autre part, lorsque l'on fait croître progressivement le poids soulevé et que l'on n'effectue, pour chaque poids, qu'un petit nombre de contractions.

» L'étude des tracés obtenus conduit à faire les constatations suivantes :

» Pour les poids relativement faibles (2^{kg} et 3^{kg} dans le cas d'un adulte robuste) la composante normale au doigt augmente d'abord rapidement, au début d'une contraction, puis diminue pendant la période qui correspond à la seconde moitié de la ligne d'ascension du soulèvement du poids. Cette même composante normale augmente ensuite de nouveau, au moment où le poids soulevé redescend d'une certaine hauteur, fait décrire le crochet au stylet correspondant et conserve une valeur constante pendant la durée de soutien du poids. Enfin la descente du poids soulevé correspond à une diminution de la composante normale, qui cependant conserve encore une certaine intensité au moment où le poids cesse d'agir sur le doigt. Le corps soulevé est donc, au début de la contraction, lancé en haut comme un projectile, toutefois la composante normale de la contraction musculaire, bien que subissant des variations d'intensité, n'est jamais nulle.

» A mesure que les contractions se succèdent, les variations d'intensité de la composante normale, qui correspondent au crochet du tracé du soulèvement du poids, s'atténuent et, lorsque la fatigue est devenue apparente, l'intensité de la composante normale augmente progressivement, mais de moins en moins vite et sans présenter de phase de diminution, depuis le début de la contraction jusqu'au moment du soutien du poids. En outre, l'intensité que possède encore la composante normale, au moment où le poids, retombé, cesse d'exercer son action sur le doigt, augmente progressivement à mesure que les contractions se succèdent et que le muscle se fatigue, nouvelle preuve que, dans les mouvements volontaires, un muscle, bien que soumis à l'action de la force qu'il vient de vaincre, se relâche d'autant moins rapidement qu'il est plus fatigué; d'ailleurs, à partir du moment où le doigt ne supporte plus le poids soulevé, le relâchement des muscles actifs continue à se produire d'autant plus lentement que la fatigue est plus grande.

» On observe des modifications analogues dans les tracés de la composante normale lorsqu'on fait soulever des poids graduellement croissants. En particulier, la valeur que présente encore cette composante, lorsque le poids soulevé est retombé et qu'il cesse d'exercer son action sur le doigt, est d'autant plus grande que le poids est plus fort. Mais, à l'inverse de ce qui arrive lorsque les muscles se fatiguent par des contractions successives, la rapidité avec laquelle se produit le relâchement musculaire est alors d'autant plus grande que le poids soulevé est plus lourd. »

GÉOLOGIE. — *Pluie de poussière récemment observée en Islande.* Note de M. Stanislas Meunier.

« Je dois à la Direction du journal scientifique *Cosmos*, un échantillon d'une poussière tombée le 27 mai dernier, sur une large partie de l'Islande. D'après une lettre écrite de Faskrudsfjords (64°50′ lat. Nord et 13°40′ long. Ouest de Greenwich) par M. Y. Hamon, aumônier des œuvres de mer, le ciel s'est couvert, entre $6^h 30^m$ et $7^h 30^m$ du soir, d'un nuage rougeâtre

venant du Sud-Ouest, c'est-à-dire de la région de l'Hekla, et qui, après s'être partagé en deux portions, a laissé tomber tant de poussière que la neige qui recouvre toutes les montagnes environnantes était devenue rousse, d'une manière très accentuée.

» La matière recueillie est d'un gris foncé et d'une extrême ténuité. Examinée au microscope, et abstraction faite de très rares granules noirs et opaques, elle se montre entièrement formée de petites particules vitreuses, sans aucun mélange de minéraux cristallisés. Ces particules sont ordinairement de formes très anguleuses, et fréquemment en plaquettes prodigieusement minces. Parfois cependant elles sont arrondies en certains de leurs contours et par exemple elles rappellent parfois des filaments et des globules. Leur couleur varie avec leur épaisseur; les lames les plus ténues sont tout à fait incolores, pendant que les plus épaisses sont verdâtres ou brunâtres.

» En somme le produit rappelle très intimement la cendre qui tomba en mars 1875, en Suède et en Norvège, et dont MM. Gümbel et Zirkel ont donné une description si complète. Il s'agit, cette fois encore, d'obsidienne finement pulvérisée. Quant à la cause de la pulvérisation, elle paraît révélée par les formes des grains, et ne saurait selon moi (malgré l'avis formulé lors du phénomène précédent) être rattachée à une trempe analogue à celle qui caractérise les gouttes vitreuses explosives dites *larmes bataviques*. D'une part, on n'y voit jamais la moindre trace des phénomènes de polarisation colorée, caractéristique des verres comprimés, et d'un autre côté la manière d'être de la substance la rapproche du produit qu'on observerait certainement si l'on pouvait recueillir, dans une atmosphère suffisamment refroidie (à 100° sous zéro, par exemple), l'embrun résultant de l'explosion d'une bouteille de vin de Champagne dont le bouchon est tout à coup lancé en l'air. »

M. J. Paloux adresse des recherches relatives à « l'insubmersibilité des navires ».

(Renvoi à l'examen de M. Guyou.)

M. P. Clerc adresse des « recherches expérimentales sur la poussée des fluides ».

(Commissaires : MM. Mascart, Lippmann, d'Arsonval.)

La séance est levée à 4 heures et demie.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 22 juin 1903.
(Suite.)

The tetrahedral principle in kite structure, by Alexander Graham Bell. (Extr. du *National geographic Magazine*, juin 1903.) Washington, 1903; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Sur l'état des enveloppes du Soleil à l'époque du dernier minimum de son activité, par M. N. Donitch. (Extr. du *Bul. de l'Acad. imp. des Sciences de Saint-Pétersbourg,* 5e série, t. XVIII, n° 3, mars 1903.) Saint-Pétersbourg; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

M. A. Ricco adresse les quatre Opuscules suivants : *Lavori eseguiti al R. Osservatorio di Catania ed Etneo dal* 1893 *al* 1902. — *Risultati delle osservazioni meteorologiche del* 1902 *fatte nel R. Osservatorio di Catania.* — *Teleobbiettivo applicato allo spettroscopio.* — *Andamento delle latitudini eliographische delle protuberanze solari, confrontato con quello dell macchie.* 1 fasc. in-8° et 3 fasc. in-4°.

M. A. Mascarí adresse les trois Opuscules suivants : *Sulla indipendente esistenza delle facule e delle protuberanze solari.* — *Risultato delle osservazioni solari eseguite nel R. Osservatorio di Catania nell'anno* 1901. — *Sulle protuberanze solari osservate nell'anno* 1901 *al R. Osservatorio di Catania.* 3 fasc. in-4°.

Magnetical, meteorological and seismological observations made at the Government Observatory, Bombay, 1900 *and* 1901, *with an appendix.* 1 fasc. in-4°.

Leland Stanford junior University, twelft annual register 1902-1903, april 1903. San-Francisco (Californie); 1 vol. in-12.

Transactions of the Royal Society of Edinburgh : vol. XL, parts 1, 2; vol. XLII. Edimbourg-Londres, 1902; 3 vol. in-4°.

Proceedings of the Royal Society of Edinburgh : vol. XXIII : sessions 1899, 1900, 1901. Edimbourg, 1902; 1 vol. in-8°.

The journal of the College of Science, imperial University of Tokyo, Japan; vol. XVI, art. 15; vol. XVIII, art. 1. Tokyo, 1903; 2 fasc. in-8°.

ERRATA.

—

(Séance du 26 janvier 1903.)

Note de M. l'abbé *J. Hamonet,* Préparation et propriétés de l'hexanediol 1.6 ou glycol hexaméthylénique :

Page 244, ligne 4 en remontant, *au lieu de* Densité à 18° : 2^{mm},5; *lire* Densité à 18° : 2,05.

(Séance du 22 juin 1903.)

Mémoire de M. *Berthelot,* Piles à deux liquides : forces électromotrices, etc. :

Page 1502, ligne 21, *après les mots* « fermé sur la pile », *ajouter* « avec une résistance métallique de 4000 ohms, ajoutée à celle *x* de la pile, qui est beaucoup plus petite ».

Même page, ligne 28, même addition.

Page 1503, ligne 20, *après les mots* « circuit fermé pendant le travail de la pile », *ajouter* « comprenant un voltamètre à eau acidulée et une résistance métallique de 10000 ohms, la force, dis-je, est tombée à 0^{volt},90 ».

Page 1503, ligne 21, *au lieu de* 0^{volt},866, *lisez* 0^{volt},860.

Page 1504, ligne 24, *après* « $AzO^3H + NaOH$ », *ajouter* « avec électrodes de platine. »

Note de MM. *A. Laveran* et *F. Mesnil,* Le Nagana, le Surra et le Caderas constituent trois entités morbides distinctes :

Page 1530, dernière ligne du petit texte, au lieu de *Tr. Brucei,* lire *Tr. Evansi.*

FIN DU TOME CENT TRENTE-SIXIÈME.